Zur Pharmakognosie

der

Ranunculaceen und Berberidaceen.

Anatomie des Laubblattes.

Inaugural-Dissertation,

der

hohen philosophischen Fakultät
der Universität Basel

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Gerhard Maue,
approb. Apotheker und Nahrungsmittel-Chemiker
aus Halle a. d. Saale.

KIEL
Druck von Fritz Eggert, Holtenauer Straße 48
1926

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren Dr. H. Zörnig und G. Senn.

Basel, den 28. Oktober 1926.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

H. Rupe,
Dekan.

Meiner treuen Schwester Clara

gewidmet.

Die vorliegende Arbeit wurde vom Sommersemester 1925 bis Ende Sommersemester 1926 im Pharmazeutischen Institut der Universität Basel ausgeführt. Die Anregung dazu erhielt ich von

Herrn Professor Dr. H. Zörnig.

Diesen meinen hochverehrten Lehrer möchte ich auch an dieser Stelle für das mir jederzeit bewiesene Wohlwollen und die bereitwillige Unterstützung bei der Arbeit meines dauernden Dankes versichern.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 1
Spezieller Teil 8
I. Ranunculaceae 8
Paeonieae 8
Paeonia 8
Paeonia officinalis L. 8
P. peregrina Miller 12
P. corallina Retzius 14
Helleboreae 16
Caltha 16
Caltha palustris L. 16
Trollius 19
Trollius europaeus L. 19
Helleborus 23
Helleborus foetidus L. 23
H. niger L. 27
H. viridis L. 28
Nigella 32
Nigella sativa L. 32
N. damascena L. 36
Coptis 38
Coptis trifoliata Salisb. 38
Actaea 42
Cimicifuga racemosa Nutt. 42
Aquilegia 46
Aquilegia vulgaris L. 46
Delphinium 49
Delphinium staphisagria L. 49
D. consolida L. 51

Seite

Aconitum 55
Aconitum napellus L. 55
A. lycoctonum L. 59
A. paniculatum Lam. 61
A. uncinatum L. 63
A. Fischeri Rchb. 65
A. ferox Wallich 67
A. Cammarum L. 69
A. variegatum L. 71
Anemoneae 76
Anemone 76
Anemone pulsatilla L. 76
A. pratensis L. 81
A. hepatica L. 83
Clematis 88
Clematis vitalba L. 88
Ranunculus 92
Ranunculus ficaria L. 92
R. acris L. 94
Thalictrum 98
Thalictrum flavum L. 98
Th. foetidum L. 102
Adonis 104
Adonis vernalis L. 104
A. aestivalis L. 108
II. Berberidaceae 114
Hydrastidoideae 114
Hydrastis 114
Hydrastis canadensis L. 114
Podophylloideae 118
Podophyllum 118
Podophyllum peltatum L. 118
P. Emodi Wallich 120
Berberidoideae 123
Berberideae 123
Berberis 123
Berberis vulgaris L. 123

Seite

Mahonia 126

Mahonia aquifolium Nuttal 126

Epimedieae 129

Epimedium 129

Epimedium alpinum L. 129

Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlußbetrachtungen . . 134

Bestimmungsschlüssel 150

Literaturverzeichnis 159

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548825_0086

Einleitung.

Die Ranunculaceen und Berberidaceen haben von jeher eine Reihe geschätzter Heilpflanzen gestellt. — Wennschon in pharmakologischer Hinsicht vornehmlich den unterirdischen Organen und Samen größere Bedeutung beigemessen wurde, so fehlt es doch auch nicht an arzneilich verwendeten Ranunculaceen- und Berberidaceenblättern.

Als solche sind in der Gruppe der Helleboreen zu nennen Blätter aus der Gattung Caltha, Aquilegia, Delphinium und Aconitum, in der Gruppe der Anemoneen solche der Gattung Anemone, Clematis, Ranunculus, Thalictrum und Adonis und von den Berberidaceen (Gruppe Epimedieen) Blätter aus der Gattung Epimedium.

Es erschien uns nun nicht nur wichtig, Einzelheiten über die Anatomie dieser dem Pharmakognosten bekannteren Blätter aufzufinden, sondern auch eine allgemeine Übersicht über die Blattanatomie bei den meisten Gattungen der beiden Pflanzenfamilien zu gewinnen und dadurch dem praktischen Pharmazeuten Anhaltspunkte für Identitätsprüfung der Drogen und für Auffindung von Verfälschungen, auch in zerschnittenem Zustande, zu bieten.

Einen besondern Reiz zu dieser Arbeit glaubten wir noch darin sehen zu können, daß sie vielleieht näheren Aufschluß über die umstrittene Stellung von Hydrastis und Podophyllum innerhalb des natürlichen Systems zu geben vermöchte. Wir folgen bei dieser Vermutung der Ansicht Schwendeners, Radlkofers, Reinkes u. a., daß wirkliche Verwandtschaft nicht nur in der äußern Morphologie der Blüten und Früchte, sondern auch in den übrigen Organen in morphologischer, anatomischer und physiologischer Hinsicht sich ausweisen müsse.

Man wird zugeben müssen, daß die in den zu behandelnden Pflanzenfamilien in auffällige Erscheinung tre-

tende Polymorphie der Blätter a priori nicht zu großen Hoffnungen auf einen allgemein typischen, anatomischen Bau der Blätter berechtigt. Es erscheint wohl angebracht, sich zunächst das Wesentliche von der Morphologie sensu strictiori vornehmlich der Blätter der Ranunculaceen, die nächst den Umbelliferen die mit verschiedenartigen Blattformen am reichsten ausgestattete Familie darstellen, zu vergegenwärtigen. Hier weisen nicht nur die einzelnen Tribus eine nicht einheitliche Phyllomorphose auf, sondern auch in den einzelnen Gattungen tritt uns oft überraschender Formenreichtum des Laubblattes entgegen.

So kommen bei der Gattung Ranunculus nicht nur die bekannten fingerförmigen, mehr oder weniger tief eingeschnittenen Blätter, sondern auch breit-nierenförmige und zugleich ganzrandige Spreiten mit fußförmig sich ausbreitender Nervatur (R. ficaria) und weiter krummläufige, parallelnervige Blätter vom Monokotylentyp vor (R. pyrenaeus L., -parnassifolius L., -gramineus L., -lingua L.). — Die Gattung Anemone zeigt ebenfalls eine große Mannigfaltigkeit der Blattformen. Die Formenreihe schwankt zwischen der dreispaltigen, flächenhaft wirkenden Blattspreite von A. hepatica L. und der vielspaltigen, in schmal linealische Abschnitte zerteilten Lamina von A. pulsatilla L. — Größerer Formenreichtum der Blätter läßt sich auch bei Delphinium nicht verkennen. Die Formen gehen von dem handförmig fünflappigen von D. staphysagria L. bis zu dem in feine Zipfel zerschlitzten Blatt von D. consolida L. — Endlich wäre noch auf eine besondere, abwegige Erscheinung in der Familie der R. aufmerksam zu machen, wie sie das Blatt der Gattung Clematis darbietet. Ungewöhnlich sind nicht nur die bei den Ranunculaceen seltenen, unpaarig gefiederten und opponierten Blätter, sondern vor allem müssen auch die bei den meisten Clematis-Species rankenden Stiele des Blattes und der Blättchen auffallen. — Diese Hinweis mögen genügen.

Daß die Einreihung der Gattungen Hydrastis und Podophyllum in das System auch heute noch dem Wechsel unterworfen ist, lehrt eine Durchsicht der einschlägigen

Literatur*). Hydrastis wird von Dragendorff (Lit. 3), Engler-Prantl (Lit. 5, S. 47), Karsten (Lit. 14), Köhler (Lit. 15), Lloyd (Lit. 19), Pohl (Lit. 26), Schumann (Lit. 27), Warming (Lit. 40) den Ranunculaceen in der Gruppe der Paeonieen oder der Helleboreen (Gattung Hydrastis) zugerechnet, während sie von Engler-Gilg (Lit. 4), Senft (Lit. 28), Wettstein (Lit. 42, S. 275), zu den Berberidaceen, Unterfamilie der Hydrastoideen, Podophylloideen oder der Berberidoideen, gezählt wird. — Ähnliches ist über Podophyllum, dessen Platz bei den Berberidaceen allerdings etwas stabiler erscheint, zu berichten. Nach K. Schumann (Lit. 27, S. 618) kann man P. auch zu den Ranunculaceen stellen. Er äußert sich zu der Eingruppierung von P. im natürlichen System wie folgt:

„Was die systematische Stellung der Gattung Podophyllum anbetrifft, so wird sich ein zukünftiger Monograph der Familie die Frage vorlegen müssen, ob es nicht zweckmäßiger sein dürfte, die Gattung nach den Ranunculaceae herüber zu nehmen. Die Verwandtschaft der Berberidaceae mit diesen ist ja anerkanntermaßen sehr eng. Man legt das Hauptgewicht der Unterscheidung auf den stets einzelnen Fruchtknoten und auf die Form der Samenanlagen. Hydrastis und Podophyllum unterscheiden sich aber durch den letzten Charakter überhaupt nicht. Auch das einzelne Karpell findet sich bei Actaea und in der Sektion Consolida bei Delphinium".

Schumann möchte Hydrastis zusammen mit Glaucidium in einer eigenen Tribus — Hydrastideae — bei den Ranunculaceen unterbringen, ihre Aufnahme bei den Paeonieen hält er nicht für natürlich.

Eingehend mit dieser Frage haben sich Pohl (Lit. 26, S. 10) und Senft (Lit. 28, S. 5) beschäftigt. Pohl findet bei einem Vergleich von Paeonia mit Hydrastis, daß sie bis auf die Insertion der Samen und die Größe der Integumente in den wichtigsten Eigenschaften differiert, und

*) Die obigen Literaturangaben machen auf Vollständigkeit keinen Anspruch, sie sollen nur beweisen, daß die Stellung der beiden Gattungen auch zur Zeit noch umstritten ist.

ist geneigt, eher eine Verwandschaft zwischen Hydrastis und Thalictrum zu vermuten. Senft dagegen befürwortet auf Grund der Gegenwart charakteristischer Inhaltsstoffe bei Hydrastis canadensis (neben Berberin, Hydrastin und Canadin auch Mekonin) deren Aufnahme unter die Berberidaceen.

Es kann nicht Zweck dieser Arbeit sein, auch in eine Prüfung der Gründe, die die vorgenannten Autoren geleitet haben, einzutreten. Nur auf Grund der Blattanatomie soll von uns Stellung zur Eingruppierung der beiden Gattungen genommen werden.

Die bereits bestehende Literatur über die Anatomie des Laubblattes der Ranunculaceen und Berberidaceen ist nicht eben umfangreich. In eingehender Weise behandelt Goffart (Lit. 9) die Anatomie der Ranunculaceenblätter. Seine Untersuchungen erstrecken sich sowohl auf die Organographie des ganzen Blattes und den Verlauf der Nervatur in der Lamina, als auch auf die Anatomie der Nieder-, Laub- und Hochblätter. Die anatomischen Befunde Goffarts in Scheide, Stiel und Lamina des Laubblattes sind in ihrer Art zwar ziemlich eingehend, doch nicht grundsätzlich auf eine differentielle Diagnose abgestellt und hierfür auch nicht ausreichend. Es mußte, da unsere Arbeit die Aufstellung eines Bestimmungsschlüssels für die zerkleinerten Blattdrogen der Ranunculaceen mit zum Ziel gesetzt ist, also versucht werden, diese histologischen Befunde in den Blattspreiten allein noch zu vertiefen und zu erweitern. — Um bei der Festlegung unserer eigenen Resultate möglichst unbeeinflußt zu sein, haben wir erst nach Zusammenstellung unserer Untersuchungsergebnisse die Befunde Goffarts mit denselben verglichen. Wir konnten sie teils bestätigen, teils richtig stellen, im ganzen sahen wir sie für den Zweck unserer Arbeit aber auch nicht unerheblich ergänzt und erweitert. Überdies behandelt Goffart von unseren 33 für den Pharmakognosten in Betracht kommenden Ranunculaceen nur 22. — Wir werden in den Schlußbetrachtungen nochmals auf die Arbeit zu sprechen kommen. Nestler

(Lit. 23 und 24) befaßt sich in seinen beiden Arbeiten nur mit den Gattungen Helleborus und Ranunculus. Die Beobachtungen beider Autoren sind in dem bekannten anatomischen Werke von Solereder (Lit. 30 und 31) verwertet, ebenso die Mehrzahl der im speziellen Teil angeführten Arbeiten in Form von Einzelbeschreibungen. — J. U. und C. G. Lloyd (Lit. 19) gehen in ihrer an sich umfangreichen Arbeit über die Ranunculaceen nur ausnahmsweise auf den innern Bau der Blattorgane ein, und A. Busse (Lit. 1) nur in großen Zügen. — Auffallend gering sind die einschlägigen Angaben des Monographen der Ranunculaceen und Berberidaceen in Engler-Prantl, K. Prantl (Lit. 5). Bei den Blättern der Ranunculaceen wird nur erwähnt, daß deren Zähne Epitheme mit Wasserspalten tragen, die Stomata keine Nebenzellen haben und einzellige Haare auftreten. Bei den Berberidaceen ist die kreisförmige Anordnung der Gefäßbündel im Blattstiel, das sehr spärliche Vorkommen von Trichomen, das Fehlen von Milchsaft, Harzbehältern und von Nebenzellen an den Spaltöffnungen der Blätter hervorgehoben. — Wir behalten uns vor, auf das vorgenannte Schrifttum, sowie auf Einzelbeschreibungen in den bekannten Lehrbüchern, in Dissertationen und Zeitschriften im speziellen Teile dieser Arbeit jeweils zurückzukommen.

Zur Untersuchung wurden frische Blätter, Herbarpflanzen und Drogen herangezogen. Um das frische Material in gleicher Weise wie das trockene behandeln zu können und hierin keine Unterschiede auftreten zu lassen, wurde es zuvor bei 65° im Wassertrockenschrank getrocknet und dann, ebenso wie Herbar- und Drogenmaterial, eine Woche lang in einem Gemisch von Alkohol, Glyzerin und Wasser zu gleichen Teilen maceriert und geschnitten. Beobachtet wurde sowohl in Wasser wie in Chloralhydratlösung. In Quer- und Flächenschnitten mancher zartwandiger und lakunös gebauter Blätter traten beim Einbetten in Glyzeringelatine starke Schrumpfungen und Verwerfungen der Zellwände, besonders in den Epidermiszellen, auf. Hierbei bewährte sich die von Strasburger-Koernicke (Lit. 33) ange-

gebene Vorbehandlung der Schnitte mit stark verdünntem Glyzerin (1+9). Daneben wurde auch der einfachere Weg des Einbettens derartiger empfindlicher Schnitte in Glyzerin gewählt. Schnitte mit schwer erkennbaren Konturen der Zellwände und zarte Haargebilde wurden vor der Untersuchung mit Chrysoidin-Kongorot gefärbt.

Untersucht wurde tunlichst je ein oberes, mittleres und unteres Blatt einer Species, und zwar Material von verschiedenen Standorten, bei Herbarpflanzen meist nur ein größeres und ein kleineres Blatt, und zwar in der Weise, daß Querschnitte und nötigenfalls Längsschnitte an der Spitze, in der Blattmitte einschl. Rand und am Grunde der Spreite entnommen wurden. Die Flächenschnitte wurden oberseits von der Lamina abgehoben, unterseits war die Epidermis mit Hilfe einer Pinzette meist leicht abziehbar. Da bei sehr dünnen oder alten, stark gefärbten Blättern dieses Verfahren, Flächenschnitte zu bekommen, nicht selten versagte, wurden derartige Blätter kurze Zeit mit Schulze'schem Macerationsgemisch vorsichtig erwärmt, ausgewaschen und in Chloralhydrat gelegt. Bei dieser Behandlung werden die Blätter durchsichtig wie Glas, sodaß leicht ein guter Gesamtüberblick über die Ober- und Unterseite gewonnen werden kann.

Vor Eintritt in die spezielle Untersuchung der Blätter erschien es zweckmäßig, einige orientierende Vorstudien an reichlicher zur Verfügung stehenden Pflanzen (Paeonia, Caltha, Helleborus, Hydrastis, Epimedium) zu machen. Diese ergaben, daß die Lamina selbst genügend Merkmale zur Aufstellung von Differentialdiagnosen und eines Bestimmungsschlüssels voraussichtlich bieten würde. Infolgedessen konnten wir von einer anatomischen Untersuchung des Blattstieles und des Stengels Abstand nehmen und nur auf die anatomischen Befunde in der Lamina abstellen. Als solche kommen Form und Wandverdickungen der Epidermiszellen, Verteilung der Stomata auf Ober- und Unterseite, Trichome, Kutikularfaltung unter Voraussetzung der Konstanz, Bau des Mesophyll- und Festigungsgewebes und Einschlüsse von Calciumoxalat vornehmlich in Betracht.

Für das Studium des speziellen Teils sei noch generell hervorgehoben: Der zur Beschreibung gekommene Querschnitt ist in der Mitte der Längsachse eines vollentwickelten, in halber Höhe der Pflanze entnommenen Blattes ausgeführt. Wo eine Beschreibung auch anderer Querschnitte oder von Längsschnitten nötig wurde, ist dies jeweils hervorgehoben. — Kommen innerhalb einer Gattung mehrere Arten zur Beschreibung, so ist die an erster Stelle stehende Species eingehend besprochen. Die sich anschließenden sind zu dieser in Vergleich gestellt, sodaß die Unterscheidungsmerkmale besonders herausgehoben sind.

Der Reihenerfolge der untersuchten Arten legten wir die übersichtliche Einteilung bei Engler-Gilg (Lit. 4) zu Grunde. Untersucht wurden alle 7 Tribus der beiden Familien mit 20 Gattungen. Auf die Bearbeitung von Vertretern der Gattungen Eranthis, Jsopyrum und Myosurus haben wir verzichtet, da sie ein pharmazeutisches Interesse zur Zeit nicht beanspruchen. Den äußern Bau der Blätter einheimischer Arten beschrieben wir mit Benutzung der Angaben in Halliers Flora (Lit. 12). Für die Angaben über medizinische oder volkstümliche Verwendung der einzelnen Drogen gaben die Werke von Dragendorff (Lit. 3), Wittstein (Lit. 44) und Zörnig (Lit. 46) die Unterlage.

Zur Untersuchung wurden frische Pflanzen aus dem botanischen Garten in Basel und getrocknete aus dem Herbarium und der Drogensammlung des pharmazeutischen Instituts (Basel) herangezogen. Soweit nicht ein besonderer Vermerk in der Folge über die Herkunft des Materials gemacht ist, stammt es stets aus vorgenannten Quellen.

Für die gütige Überlassung von seltenerem und exotischem Material möchten wir auch an dieser Stelle den Herren Prof. Dr. H. Ross, München, Prof. Dr. Schinz, Zürich, Prof. Dr. G. Senn, und Dr. A. Binz, Basel, unsern besten Dank ausdrücken.

In der Frage der Charakterisierung der in Epidermiszellen der Ranunculaceen vorkommenden Chromatophoren war mir Herr Professor Dr. G. Senn (Basel) behilflich; ihm sei hierfür noch besonderer Dank ausgesprochen.

Spezieller Teil.

I. Ranunculaceae.

Paeonieae.

Paeonia.

Paeonia officinalis L.

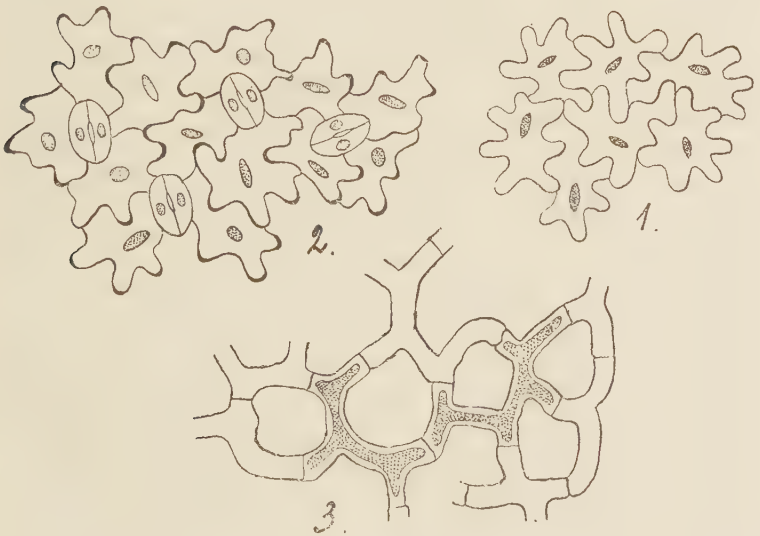
Laut Index Kewensis (Lit. 2) sind der Pflanze 22 Synonyma zugeteilt. —

Aufrechtes, meist unverästeltes, etwa 1 m hohes Kraut mit doppelt dreizähligen Blättern. Die ganzrandigen, länglich-lanzettlichen Blättchen sind in der Färbung ober- und unterseits kaum verschieden, das Endblättchen stellt einen meist dreispaltigen Abschnitt dar. — Bereits die Seitenadern 1. Grades anastomisieren miteinander, was sich bis zu den letzten Ausläufern der Leitbündel in den Blatträndern wiederholt.

Mikroskop. Flächenbild. — Obere Epidermiszellen ebenso lang wie breit mit tief wellig-buchtigen, gleichmäßig starken Seitenwänden (sternförmig), über den Adern jedoch längsgestreckt, nicht wellig, mit perlschnurartigen Wandverdickungen. Zellkerne stets spindelförmig; Stomata nicht vorhanden (Fig. I, 1). Untere Epidermiszellen in ähnlicher Weise sinuös, jedoch in den einzelnen Konturen nicht so glattwandig wie oberseits. In den Gipfeln der Ausbuchtungen Wandverdickungen (Fig. I, 2). Die Zellen über den Adern längsgestreckt, mit schönen, perlschnurartigen Verdickungen in den Wänden. Die relativ großen, in Methylgrün-Essigsäure noch besonders deutlich hervortretenden Zellkerne sind in den Zellen über den Adern spindelförmig, in den Schließzellen rund, während in den übrigen Zellen beide Formen vorkommen. Stomata sehr reichlich, länglich-oval, im Mittel 40 μ und 56 μ lang, nicht in einer bestimmten Richtung orientiert. Nachbarzellen fast durchweg 4 (selten 5), mit ihren Wänden in der Regel an den Breitseiten der Schließzellen inseriert. —

Das Vorkommen von Spaltöffnungen nur auf der Unterseite der Lamina steht in Einklang mit der Angabe Nestler's (Lit. 23); Wasserspalten, deren Fehlen Nestler in einer späteren Arbeit hervorhebt (Lit. 24), konnten auch wir nicht auffinden.

Einzellige, gerade und gebogene, borstenförmige, in ihren Wandungen mäßig verdickte Haare mit glatter Kutikula auf beiden Epidermen, oben spärlich, unten überall reichlich (Fig. III, 1). Die Unterhalb der Nerven auftretenden Haare noch etwas dickwandiger als anderwärts. Länge gewöhnlich zwischen 460 und 490 μ, im Höchstfalle 667 μ. Kutikularfaltung stellenweise auf der Unterseite auftretend, öfters, aber nicht immer, in Richtung auf die Trichome und Spaltöffnungen strahlig zulaufend. Diese nach Zugabe von Methylgrün-Essigsäure sehr scharf hervortretende Faltung hat wegen ihres sporadischen Auftretens jedoch kaum differentialdiagnostischen Wert.



Tafel I.

Paeonia officinalis L., Flächenbilder.

Fig. 1 Obere Epidermis. Fig. 2 Untere Epidermis. Fig. 3 Schwammparenchym.

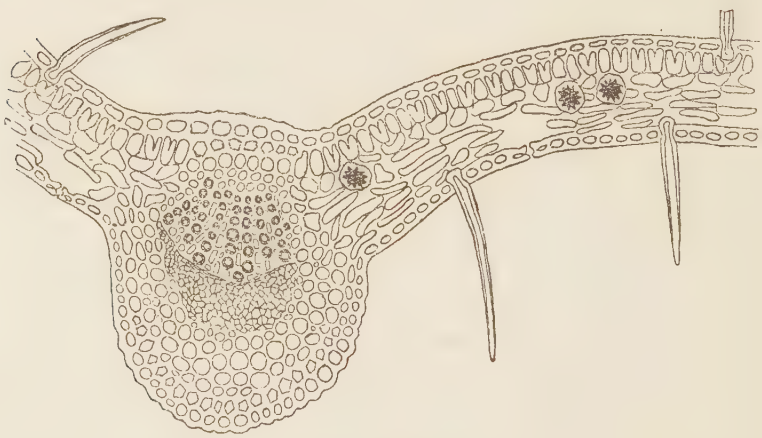
Querschnitt (durch die Mitte der Längsachse des Endsegmentes).

Dünne, im allgemeinen glatt über die Epidermiszellen laufende Kutikula, am Hautnerven und an den größeren Seitennerven der Form der dort vorgewölbten Zellen folgend. Außenwände der oberseitigen Epidermiszellen etwas stärker verdickt als die der unterseitigen. Auch am Blattrande, der schwach nach unten gebogen ist, noch besonders verstärkte Außenwände der Epidermiszellen. Form der Epidermiszellen zumeist längsgestreckt und von gleichmäßiger Tiefe, ober- und unterhalb des Haupt- und der größeren Seitennerven von mehr isodiametrischem Durchmesser. In den meisten Zellen — abgesehen von den Schließzellen — grünes Plasma als Inhaltsstoff, in dem jedoch das Produkt assimilatorischer Tätigkeit, die Stärke, mit Chloraljod nicht nachweisbar war. Schließzellen etwas weniger umfangreich als die benachbarten Epidermiszellen und in der gleichen Ebene wie diese gelegen. Haare an ihrer Basis verjüngt und bulbusartig eingesenkt (Fig. III, 1). — Einreihiges, ziemlich lockeres Palisadengewebe mit gabelförmigen Zellen. Haberlandt (Lit 11, S. 98—100 und Tafel III) prägte hierfür den Ausdruck Armpalisaden, den auch Solereder (Lit. 30, S. 17) für die in Frage kommenden Ranunculaceen, darunter Paeonia tenuifolia und P. corallina, gebraucht. Vereinzelte Palisadenzellen, die uns zuerst auf dem Querschnitt unverzweigt erschienen, erwiesen sich in einem Quetschpräparat mit Kalilauge ebenfalls als gegabelt. Nach Zerstörung ihres Verbandes waren nur zwei- bis mehrarmige Palisaden, aber keine stabförmigen zu bemerken. Den Befund Goffarts (Lit. 9), wonach hier und da auch doppelt gegabelte, H-förmige Palisadenzellen eingereiht sind, konnten wir nicht bestätigen. Ihre Höhe ist mit 38—40 μ ziemlich konstant und erreicht nur $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Gesamtstärke der Lamina. Auf einem Querschnitt an der Basis des Blattes war dieses Verhältnis auf 1:7 bis 1:8 gesunken, an der Spitze des Blattes, wo die absolute Länge der Palisaden 54—58 μ betrug, lag es bei 1:5. — Zellen des sehr locker gebauten Schwamm

parenchyms oval gestreckt, in ihrer Längsrichtung parallel zur Blattoberfläche verlaufend. Auf dem Flächenbild zeigt das Schwammparenchym einen lockeren, sternförmigen, netzartig zusammengeschlossenen Bau (Fig. I. 3); die Intercellularräume meist von 3- bis 4fachem Durchmesser der Breite der Zellen des Schwammparenchyms. Durch Einwirkung von Chloralhydratlösung verquellen alle Membranen des Schwammparenchyms undeutlich, und der geschrumpfte Inhalt erscheint dann als isolierte, stern- oder korallenförmige Gebilde. — In den oberen Partien des Schwammparenchyms, besonders auch seitlich vom Hauptnerven und von den größeren Seitennerven und meist gruppenweise zusammenliegend, Zellen mit großen Drusen von oxalsaurem Kalk, womit wir die Angabe von Nestler (Lit. 23) bestätigt fanden. Der Nachweis als Caciumoxalat wurde durch Polarisation und je eine Reaktion mit Kalilauge, Essigsäure, Salzsäure und Schwefelsäure geführt. Ebenfalls im Assimilationsgewebe beobachten wir beim Erwärmen der Querschnitte mit Chloralhydratlösung, daß hier und da ein mit intensiv gelber Farbe sich lösender Körper vorhanden war. Die nach Tunmann (Lit. 35) ausgeführten Reaktionen auf Berberin ergaben jedoch ein positives Ergebnis nicht; die im Blatt vorhandenen Mengen des fraglichen Körpers waren anscheinend zu gering. Das Palisaden- und Schwammgewebe ist an dem Haupt- und den größeren Seitennerven stets durch Kollenchym unterbrochen. Diese Nerven liegen samt Kollenchym stets in Ausbuchtungen der Blattunterseite. Einer solchen entspricht oberseits eine Einbuchtung, die in der Regel in sich wieder schwach vorgewölbt ist (Fig. II). Haupt- und Seitennerven zeigen keine anatomische Differenzierung. Die Bündel sind — unter Bevorzugung der Unterseite — umschlossen von einem umfangreichen, großzelligen und starkwandigen Kollenchym. Dessen Ecken zumeist verdickt und nur hin und wieder mit kleinen Intercellularen; die hier und da sichtbaren Flächenwände zeigen eine feine Porosität. Auffallend an dem Inhalt der Zellen des Kollenchyms und der Intercellularen ist das Vorkommen von Chlorophyllkörpern,

die sich bei der Reaktion mit Chloraljod als stärkeführend erwiesen. Nach der oberen und unteren Epidermis zu schließt sich dem bisher beschriebenen Kollenchym je eine einreihige Schicht in den Wandungen besonders stark verdickter Zellen an. Diese treten an Größe gegenüber den anderen Kollenchymzellen merklich zurück, zeigen eckig-polygonale Lumina und führen zumeist Chlorophyll. Der anatomische Befund des Querschnittes erübrigt es, bei dieser Pflanze auf die Beschreibung des Längsschnittes näher einzugehen.

Anwendung: Wurzelstock (Radix Paeoniae), Blüten (Flores Paeoniae rubrae) und Samen (Semen Paeoniae) der Pflanze werden als Heilmittel bei Epilepsie, Krämpfe, auch als Karminativum gebraucht; speziell die Blüten bei Gicht und Wassersucht, auch als Abortivum und zu Räucherspecies; die Samen werden auf eine Schnur gereiht um den Hals getragen, auch beim Zahnen der Kinder angewandt (Volksheilmittel).



Tafel II.
Paeonia officinalis L.
Querschnitt durch die Mitte der Längsachse des Endsegmentes.

Paeonia peregrina Miller.

P. peregrina Mill. trägt laut Index Kewensis (Lit. 2) 14 Synomyma.

Der vorigen Pflanze sehr ähnlich, nur etwas niedriger. Blätter unterseits mattgrün.

Mikroskop. Flächenbild.

Epidermiszellen beiderseits weniger stark sinuös als bei P. officinalis, besonders die der Oberseite. Da ihre Membranen sehr zartwandig und empfindlich sind, betrachtet man sie am besten in Wasser.

Obere Epidermiszellen ohne perlschnurartige Wandverdickungen. Außenwände mit feiner Körnelung oder auch hin und wieder mit zierlicher Faltung. Zellkerne stets spindelförmig. — Untere Epidermiszellen mit gleichmäßig starken Wandungen und feiner Kutikularfaltung, die auf viele Stomata und alle Basalstellen von Trichomen strahlenartig zuläuft. Zellkerne neben spindelförmigen überwiegend rundlich, in den langgestreckten Zellen über den Nerven stets spindelförmig, in den Schließzellen oval. Stomata fast rund, im Durchschnitt 48 μ breit und 50 μ lang, Haare ähnlich denen von P. officinalis L., aber nur auf der Unterseite des Blattes vorhanden, nur selten gekrümmt, stets spitz oder fingerförmig endigend, zuweilen auch mit schwach höckeriger Kutikula. Länge meist bei 350 μ, als Höchstfall wurde etwas mehr als 1 mm beobachtet. — In den übrigen Einzelheiten der Flächenbilder zeigt sich Übereinstimmung mit P. officinalis L.

Querschnitt.

Die Haare sitzen mit stark verjüngtem Basalteil bulbusartig in der untern Epidermis, Wandverdickung nach der Spitze zu abnehmend (Fig. III, 2). Palisadenzellen, soweit sie gegabelt in die Erscheinung treten, teilweise am Grunde der Einbuchtung nicht winkelig, sondern rundlich (Hufeisenform). Ihre Höhe mit 38 μ in der Nähe der Basis des Endsegmentes des Blattes erreicht $^1/_7$ bis $^1/_8$ des Gesamtdurchmessers. In der Mitte der Spreite beträgt sie mit 44 μ $^1/_5$ bis $^1/_6$ und in der Nähe der Blattspitze mit 41 μ gleichfalls $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Durchmessers der Lamina. — Große Oxalatdrusen treten zum Unterschied von P. officinalis seltener in der Nähe der großen Stränge auf und sind meist gruppenweise unregelmäßig in den oberen

Schichten des Schwammparenchyms eingelagert. Auf dem Flächenbild sieht man, daß die drusenführenden Zellen in Gruppen bis zu 10 Stück inselartig über die Lamina verteilt sind. Der Kollenchymbelag am Hauptnerven ist von dem bei P. officinalis dadurch unterschieden, daß unterhalb der oberen Epidermiszellen nicht nur eine, sondern 2 bis 3 Reihen besonders stark verdickter Zellen liegen. — Die übrigen histologischen Befunde gleichen denen bei P. officinalis L.

Anwendung: Das Rhizom der Pflanze war früher officinell; Wurzel, Blüte und Samen wurden wie die von P. officinalis L. medizinisch benutzt.

Paeonia corallina Retzius.

Nach dem Index Kewensis (Lit. 2) hat die Pflanze 17 Synonyma erhalten.

An dem aufrechten, 60 bis 90 cm hohen, kahlen und meist unverzweigten Stengel sitzen die doppelt dreizähligen, auf der Rückseite meergrünen, schlaffen Blätter. Blättchen lanzettlich, ganzrandig und kurz gestielt, das endständige am Grunde keilförmig verschmälert.

Mikroskop. Flächenbild. Beiderseits sternförmige, stark wellig-buchtige Epidermiszellen mit spärlicher und zarter Kutikularfaltung. In den Zellen der untern Epidermis treten neben den gerundeten, wellig-buchtigen Ausstülpungen auch sehr oft spitz-buchtige auf. Die Seitenwände haben sich ferner hier vielfach zu knötchen-, leisten- und sogar keulenförmigen Fortsätzen zusammengelegt, wie sie gern auch an den Polen der Spaltöffnungen auftreten. — Stomata oval, im Mittel 35 μ breit und 47 μ lang, also kleiner als die von P. officinalis L. Haare sind nicht vorhanden.

Querschnitt. Kutikula über und unter dem Hauptnerven stark geschlängelt, sonst im wesentlichen glatt überlaufend. Epidermiszellen im Durchschnitt kleiner und deren Außenwände dünner als bei P. officinalis L., in ihrer Größe aber nicht einheitlich, sondern in bunter Folge wechselnd. Am Blattrande und über dem Hauptnerven des unteren Teiles der Lamina sind die Epidermiszellen

öfter zu kleineren Papillen ausgewachsen. Von ihrer stumpfen, kegelförmigen Spitze laufen allseitig feine Kutikularfalten nach der Basis zu herab. Armpalisaden machen auf dem der Mitte der Längsachse entnommenen Querschnitt mit durchschnittlich 30 μ etwa $^1/_5$ der Blattdicke aus. Die großen Oxalatdrusen liegen überwiegend mitten im Kollenchymbelag ober- und unterhalb des Hauptnerven. In letzterem Falle, also in dem unter dem Siebteil gelegenen Festigungsgewebe, beschreiben die drusenführenden Zellen einen nach oben zu offenen Halbkreis. Im übrigen sind die mikroskopischen Bilder von denen bei P. officinalis L. anatomisch nicht verschieden.

Anwendung: wie bei P. officinalis L.

Gemeinsame Gattungsmerkmale:

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig, vielfach mit grün gefärbtem Plasma erfüllt.
3. Stomata nur unterseits, in einer Ebene mit den übrigen Epidermiszellen liegend und meist von 4, seltener von 5 derselben umgeben.
4. Einreihiges, relativ niedriges, an den größeren Nerven unterbrochenes Gewebe von Armpalisaden.
5. Schwammparenchym zeigt auf Querschnitt im Sinne der Lamina gestreckte, auf dem Flächenbild maschenartig zusammengeschlossene, korallenförmige Zellen.
6. Große Oxalatdrusen in kleineren oder größeren Gruppen.
7. Kollaterale Gefäßbündel. Kollenchymbelag teilweise und Parenchym innerhalb der Bündel stets chlorophyll- bezw. stärkehaltig.
8. Einzellige, spitz oder fingerförmig endigende, gerade oder schwach gekrümmte Haare oder wenigstens Papillen sind vorhanden.

Differenzierung der Arten.

1. Haare beiderseits.

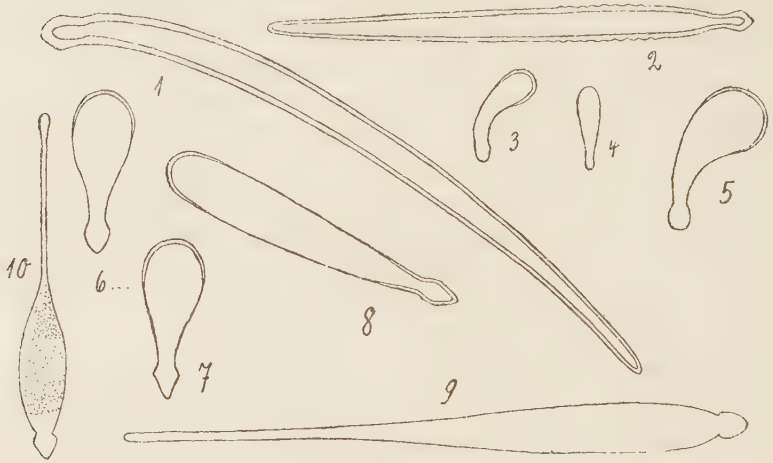
Paeonia officinalis L.

2. Haare unterseits.

Paeonia peregrina Miller.

3. Papillen. Seitenwände der unteren Epidermiszellen mit Verdickungsleisten.

Paeonia corallina Retz.



Tafel III.

1. Paeonia officinalis L. 460 — 670 μ
2. Paeonia peregrina Mill. 350 — über 1000 μ
3. Caltha palustris L., etwa 60 μ
4. Trollius europaeus L., etwa 50 μ
5. Helleborus foetidus L., etwa 100 μ
6. Helleborus niger L., etwa 110 μ
7. Helleborus viridis L., i. M. 107 μ
8. „ „ i. M. 185 μ
9. Nigella sativa L., i. M. 450 μ (Max. 775 μ)
10. „ „ i. M. 240 μ

Helleboreae.

Caltha.

Caltha palustris L.

Das Rhizom treibt mehrere Stengel und eine Anzahl von kahlen, glänzenden und hellgrünen Basalblättern mit langen und am Grunde scheidigen Stielen. Spreite rundlich-herzförmig bis breit-nierenförmig, am Rande fein gekerbt.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen beiderseits tief wellig-buchtig, gleichmäßig dünnwandig, über

den Nerven langgestreckt, geradwandig und mit perlschnurartigen Verdickungen in den Seitenwänden. Inhalt gelbgrüngefärbtes, geschrumpftes Plasma (Drogenmaterial). In den Zellen der unteren Epidermis sind neben Chloroplasten auffallend große Zellkerne in der Form einer an den Polen spitz ausgezogenen Spindel zu bemerken. Runde bis ovale, ungefähr gleichmäßig in der Längsrichtung des Blattes orientierte Stomata sind auf beiden Seiten des Blattes reichlich vorhanden. Mittlere Werte für den runden Typ sind je 47 μ in der Breite und Länge, für den ovalen Typ 43 und 51 μ. Umgeben sind die Spaltöffnungen meist von 5, seltener von 4 oder 6 der gewellten Epidermiszellen. Kleine, zumeist 58 bis 65 μ lange, keulenförmige, oft winklig abgebogene, dünnwandige Haare (Fig. III, 3) mit rundlichem Zellkern in grünlich-braunem Inhalt sind spärlich auf den Nervenbahnen und in der eigentlichen Lamina ober- und unterseits vorhanden. Auch an ältern Blättern konnten wir sie beobachten, wiederholt auch als Zwillinge. Mit dieser Beobachtung setzen wir uns in Widerspruch mit den Angaben Solereders (Lit. 30, S. 19), der nur die Rinnen der Oberseite des Blattes über die Nerven als Fundstelle für Trichome angibt. Goffart (Lit. 9) erwähnt das Vorkommen keulenförmiger Haare auf der Blattspreite überhaupt nicht, er beschreibt nur für die Blattscheide ein Haar von cylindrischer Form.

Querschnitt. Große, mehr oder weniger horizontal gestreckte Epidermiszellen mit relativ schmächtiger, nach außen vorgewölbter Außenwand und sehr dünner, glatt überlaufender Kutikula. Als Inhaltsstoff dieser Epidermiszellen wird von Solereder (Lit. 30, S. 17) und Goffart (Lit. 9) Chlorophyll angegeben. Auch wir beobachteten in den Zellen, wie bei vielen anderen Ranunculaceen und Berberidaceen, grün gefärbtes Plasma mit Chloroplasten, konnten darin jedoch Stärke als Produkt assimilatorischer Funktion mit Chloraljod nicht nachweisen. Dagegen verlief die Stärkereaktion in den beiderseitigen Schließzellen und auch sonst im Mesophyll stark positiv. Schließzellen beiderseits schwach, aber deutlich vorgewölbt, fast

von gleicher Höhe wie die übrigen Epidermiszellen und mit stark entwickelten äußeren und inneren Hörnchen, darunter große Atemhöhlen. Nicht im Einklang hiermit steht die Angabe Goffarts (Lit. 9), daß die Spaltöffnungen nicht vorgewölbt seien. Ein Vergleich der oberseitigen Stomata mit den unterseitigen zeigt, daß die oberseitigen weitere Eïsodialöffnungen und weitere Vor- und Hinterhöfe aufzeigen, womit wir die Beobachtung Voss' (Lit. 38) bestätigen konnten.

Die Haare sind mit einfachem, cylinderischen Basalteil der Epidermis eingefügt, die benachbarten Zellen nach innen zu nur wenig überragend. Von oben her verzweigte Armpalisaden, einschichtig und verhältnismäßig locker aufgestellt, an den größeren Nerven und unter den Spaltöffnungen durch Atemhöhlen unterbrochen. In der Nähe der Blattbasis beträgt ihre Höhe im Mittel 41 μ, entsprechend $^1/_{14}$ bis $^1/_{18}$ des Gesamtdurchmessers der Lamina, in der Mitte des Blattes 46 μ, entsprechend $^1/_5$ der Blattdicke, und in der Nähe der Spitze 44 μ, hier ebenfalls $^1/_5$ des Blattdurchmessers ausmachend. Goffart (l. c.) gibt an, daß die Höhe der Palisadenschicht $^1/_3$ der Laminatiefe ausmache. Wir konnten bei Musterung zahlreicher junger und älterer Blätter derartig gutentwickelte Palisaden in keinem Falle feststellen.

Den Palisaden schließen sich zunächst 2 dichter gestellte Reihen des dünnwandigen Schwammparenchyms an, das alsbald in die lockeren, weitlumigen Schichten übergeht. Hier besteht es einesteils aus großen, gerundeten Zellen, die, zu Ketten zusammengeschlossen, zum Teil senkrecht der unteren Epidermis zustreben, anderenteils aus mäßig im Sinne der Lamina gestreckten und oft verzweigten Zellen, die alle große Intercellularräume umschließen (Schwimmgewebe). Von der Fläche tritt das Schwammparenchym als weitlumiges, aus verzweigten Zellen netzartig zusammengesetztes Gewebe in die Erscheinung. Seine Intercellularen haben den 1- bis 3fachen Durchmesser der Zellenbreite. —

Das kollaterale Gefäßbündel des Mittelnerven liegt in einer ansehnlichen Ausbuchtung, der oberseits eine Einbuchtung entspricht. Gewebe kollenchymatisch verdickter Zellen liegt nur unter der oberen Epidermis in 1 bis 2 Reihen, während sich an den deutlich abgesetzten Siebteil nach der unteren Epidermis zu ein großzelliges, teilweise chlorophyllhaltiges Parenchym mit kleinen und großen Intercellularen anschließt. Die stets kreisrunden Zellen dieses Parenchyms sind oft ringförmig aneinandergereiht.

Anwendung: Blätter und Blüten waren in medizinischem Gebrauch. — Die Blütenknospen werden in Essig und Salz eingelegt und als Surrogat für Kapern benutzt.

Charakteristische Merkmale für Caltha palustris.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig, mit Chlorophyll, sehr dünner Kutikula und ohne jede Wandverdickungen in der Aufsicht. Die Zellen der unteren Epidermis mit großen, spindelförmigen Zellkernen.
3. Runde und ovale Stomata beiderseits zahlreich; schwach vorgewölbt.
4. Einreihiges, an den größeren Strängen und unter den Spaltöffnungen unterbrochenes Gewebe von Armpalisaden.
5. Das Schwammparenchym hat den Typ eines Schwimmgewebes, von der Fläche erscheinen seine verzweigten Zellen netzartig miteinander verbunden.
6. Kollaterale Gefäßbündel. Kollenchym nur unter der oberen Epidermis, der übrige Teil der Ausbuchtung ist ausgefüllt durch großzelliges, weitlückiges Parenchymgewebe. Chlorophyll bezw. Stärke ist hierin nachweisbar.
7. Einzellige, keulenförmige, oft winkelig abgebogene, dünnwandige Trichome sind auf beiden Epidermen in geringer Anzahl vorhanden.

Trollius.

Trollius europaeus L.

Die Pflanze entwickelt außer einer grundständigen Rosette langgestielter Blätter auch an dem 30 bis 60 cm

hohen Stengel kurzgestielte bis sitzende Laubblätter, die aus 3 bis 5 schmalen, lanzettlichen, mehr oder weniger eingeschnittenen, scharf gesägten, kahlen Abschnitten bestehen. Oberseite schön dunkelgrün, Unterseite blasser und glänzend.

Mikroskop. Flächenbild. Die Oberseite bietet ein anschauliches Bild von allmählichem Übergang fast genau polygonaler Epidermiszellen an der Blattbasis zu stark wellig-buchtigen an der Blattspitze. Immerhin läßt sich nicht verkennen, daß auch in der unteren Lamina von den 5—6 Seitenwänden der Zellen wenigstens eine schwach geschweift ist. In der Mitte des Blattes liegen die Verhältnisse so, daß als Gesamteindruck der eines polygonalen Gewebes erweckt wird, bei näherer Betrachtung aber sich fast stets nur eine der Wände als wirklich gerade erweist. An der Blattspitze mit durchweg gewellten Epidermiszellen fehlen auch solche nicht, die man schon als buchtig-sternförmig bezeichnen kann. Über den Nerven geradwandige, langgestreckte Zellen, deren Querwände recht- und auch spitzwinkelig einsitzen. Die Wände aller Zellen besitzen in einigen Abständen feine Porenkanäle; die Außenwände, und besonders die der langgestreckten Zellen, zeigen wellige Kutikularfaltung. Inhalt schwach grün gefärbtes Plasma mit zahlreichen Chromatophoren und runden Zellkernen. Bei tieferer Einstellung des Mikroskops tauchen die deutlich als zweiarmig erkennbaren Palisaden auf.

Zellen der unteren Epidermis auf der ganzen Spreite tief wellig-buchtig, teils etwas in die Länge gestreckt, teils so lang wie breit, in den Bögen wenig oder garnicht verdickt. Wandungen in gewissen Abständen mit feinen Porenkanälen. Über den Strängen langgestreckte, geradwandige Zellen, ebenfalls feinsporig und mit etwa rechtwinkelig eingebauten Querwänden. Alle Zellen frei von Faltungen der Kutikula. Inhalt grün gefärbtes Plasma mit kreis- oder kreissegmentförmigem Kern und zahlreichen Chromatophoren.

Spaltöffnungen reichlich vorhanden und im Sinne der Längsachse des Blattabschnittes ziemlich gleichmäßig ausgerichtet. Neben einer runden kleineren noch eine größere, mehr längliche Form. Der runde Typ zeigt Grenz- und Zwischengrößen von 44 : 44 und 54 : 56 μ, der ovale Typ von 41 : 50 und 49 : 57 μ. Die Anzahl der die Stomata umgebenden Epidermiszellen beträgt 4, 5 und 6, selten 7.

Durch die Behaarung läßt sich das Blatt leicht von anderen Ranunculaceenblättern unterscheiden. Sehr kleine, gerade oder gebogene, keulenförmige, dünnwandige Trichome, die unterseits über die ganze weiche Lamina hinweg zahlreich verbreitet sind (Figur III, 4). Nur selten findet man ein Haar über den größeren Nerven. Länge meist 51 μ (Max. 54, Min. 47 μ), Breite meist 16 μ (Max. 17, Min. 15 μ); grünlicher, plasmatischer Inhalt.

Querschnitt. Kutikula glatt überlaufend, oberseits etwas stärker geschlängelt als unterseits. Außenwände der oberen Epidermis nur wenig vorgewölbt und stärker verdickt als die der unteren Epidermiszellen. Besondere Verstärkungen der Epidermisaußenwände an den größeren Strängen und am Blattrande. Oberhautzellen mäßig groß und langgestreckt im Sinne der Lamina, die dem Mesophyll zugewandte Seite etwas nach innen vorgewölbt. Am Hauptnerven oberseits sehr kleine, kaum in die Länge gestreckte, unterseits dagegen größere Epidermiszellen, die polygonale, in den Ecken oft spitzwinkelig ausgezogene Lumina aufweisen. Inhalt häufig grün gefärbtes Plasma. Schließzellen mäßig dickwandig, mit sehr gut ausgebildeten, äußeren Hörnchen, fast stets leicht vorgewölbt und wenigstens $^2/_3$ so tief wie die angrenzenden Zellen. Goffart (Lit. 9) gibt an, daß die Stomata in einer Ebene mit der übrigen Epidermis liegen. Wir fanden, daß sie in der bedeutenden Überzahl vorgewölbt sind, in der Nähe der größeren Nerven ihre unmittelbare Umgebung sogar sehr erheblich überragen.

Haare nicht in voller Tiefe der Epidermis und mit abgerundeter Basis inseriert, teils gerade, teils gebogen.

Die nach unten zu sich verschmälernden Armpalisaden sind von oben her zu einem Drittel bis kaum zur Hälfte

ihrer Länge winkelig eingefaltet und erscheinen auf dem Querschnitt öfters auch stabförmig. Schmale Intercellularen sind feststellbar. Länge der Palisaden im Mittel 60 μ (53 bis 70 μ), gleichbedeutend mit $^1/_7$ bis $^1/_5$ der Gesamtdicke des Blattes. Das Schwammparenchym erscheint von der Fläche sowohl wie auf dem Querschnitt sehr weitlückig und ziemlich ähnlich dem von Caltha palustris L. Seine verzweigten Zellen schließen netzartig aneinander in beiden Bildern, die Intercellularen haben den 1- bis 6fachen Durchmesser der Zellbreite.

An Hauptnerven und an den größeren Seitennerven liegen unterhalb Ausbuchtungen des Gewebes, deren senkrechte Durchmesser jedoch kaum die der anschließenden Lamina übertreffen, da letztere oben von Rinnen, korrespondierend mit den Ausbuchtungen, durchzogen ist. Gefäßbündel kollateral mit deutlich abgesetztem Siebteil. Unter der oberen Epidermis liegt ein einreihiges, in den Wandungen und namentlich in den Ecken stark verdicktes und ein 3- bis 4reihiges, kleinzelliges und dünnwandiges Kollenchym. Unterhalb des Siebteils schließt sich ein 5- bis 6reihiges, nach unten zu in seiner Zellgröße ansteigendes und in den Wandungen und Ecken immer mächtiger sich verdickendes Kollenchym an, das eigentümlich eckige Lumina und keine Intercellularen aufweist. Inhalt der Kollenchymzellen vielfach grün gefärbtes Plasma, in dem mit Chloraljod Stärke nachweisbar ist.

Anwendung: Die Blüten wurden gegen Skorbut gebraucht; die Blätter zeigen bei Menschen und Tieren Giftwirkung; der Wurzelstock wird für Nieswurzel (Helleborus niger) untergeschoben.

Charakterische Merkmale für Trollius europaeus L.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen oben polygonal bis wellig und mit gefalteter Kutikula, unten wellig-buchtig und ohne Faltung. Porenkanäle in den Seitenwänden häufig; Inhalt grüngefärbtes Plasma.

3. Runde und ovale, in Richtung des Mittelnerven orientierte. vorgewölbte Stomata unterseits.
4. Einreihige, an den größeren Nerven unterbrochene Schicht von zweiarmigen Palisaden.
5. Schwammparenchym trägt den Charakter eines Schwimmgewebes, von der Fläche und auf dem Querschnitt sieht man die verzweigten Zellen netzartig miteinander verbunden.
6. Kollaterale Gefäßbündel. Kollenchymbelag kräftig entwickelt und ohne Intercellularen, teilweise chlorophyllhaltig.
7. Kleine, einzellige, keulenförmige, gerade oder gebogene, dünnwandige Trichome nur auf der Unterseite, und zwar auf den Nervenbahnen selten.

Helleborus.

Helleborus foetidus L.

30 bis 50 cm hohe, strauchartige und krautige Pflanze mit grundständigen, großen, langgestielten, fußförmigen, 7- bis 9-teiligen, lederigen und oberseits dunkelgrünen Blättern, die den Winter überdauern. Die bis zu 17 cm langen Blättchen sind schmal lanzettlich und am Rande entfernt-gesägt.

Ergänzendes Material aus dem Herbarium des botanischen Instituts in Basel und (frisch) aus dem südlichen Schwarzwald.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite mit wellig-buchtigen oder spitz-buchtigen Ausstülpungen und häufiger, jedoch nicht immer, mit Porenkanälen in den Seitenwänden. Außerdem knötchenförmige Verdickungsleisten der Seitenwände (Fig. IV, I). A. Nestler (Lit. 23, S. 25 und Tafel I) steht mit seiner Beobachtung, daß die Zellen der oberen Epidermis frei von knötchenförmigen Verdickungsleisten seien, hierzu im Gegensatz. Zellen über den Nervenbahnen geradwandig, gestreckt, fast genau rechteckig, ohne perlschnurartige Verdickungen der Seitenwände. Kutikularfaltung auf allen Zellen, konstant. Inhalt grüngefärbtes Plasma in vielen Zellen, Zellkerne rund.

Epidermiszellen der Unterseite, in denen die Zellkerne nicht erkennbar sind, mit spitz-buchtigen Seitenwänden und knötchen- bis zäpfchenförmigen Verdickungsleisten, die gern auch in der Nähe der Pole der Stomata auftreten. Über den Strängen geradwandige, mäßig in die Länge gestreckte, in den Wandungen perlschnurartig verdickte Zellen. Die die Basalstellen von Haaren umgebenden Zellen, meist 5 bis 6 an der Zahl, sind fächerförmig angeordnet und tragen strahlig auf diese Basalstellen zulaufende Kutikularfaltung. Stomata in der großen Mehrzahl schwach oval, seltener rundlich. Breite im Durchschnitt 44 μ, Länge 50 μ; Anzahl der umgebenden Epidermiszellen, deren Wände oft innerhalb bezw. unter den Konturen der Schließzellen sichtbar sind, meist 5, seltener 3 und 4 (Fig. IV, 2).

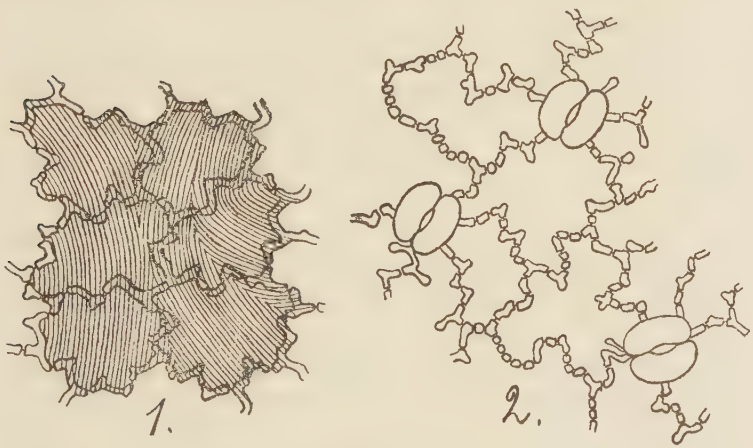
Keulenförmige, blasig erweiterte, aufrechte oder krumm abgebogene, dünnwandige Haare mit rundem Zellkern in grün-braungefärbtem Plasma sind oberseits seltener, unterseits öfter auf den Nervenbahnen, in der weichen Lamina und auch am Rande anzutreffen (Fig. III, 5). Die Trichome weisen in der Länge 103, in der Breite 47 μ als Mittelwerte auf. Nach Nestler (Lit. 23, S. 31) treten Haare nur unterseits der Nerven ganz vereinzelt, sowie Basalstellen auf. Diese Angabe bedarf nach unserem Befund somit einer Erweiterung.

Querschnitt (Fig. V). Dünne, glatt überlaufende Kutikula. Außenwände der Epidermiszellen ziemlich dick, zumeist leicht gewölbt, seltener eben, oberseits von stärkerem Durchmesser als unterseits; an den größeren Strängen rundlich vorgewölbt und stark verdickt und besonders kräftig entwickelt an dem nach abwärts gebogenen Blattrande. Die Zellen selbst längsgestreckt, wechselnd in ihrer Höhe. Den Zellen normaler Ausmaße sind ab und zu große, bauchig erweiterte Zellen mit ovalem Lumen eingereiht. An den größeren Strängen nähern sich die Epidermiszellen der isodiametrischen Form. Inhalt in den Zellen beider Epidermen grün gefärbtes Plasma. Die Schließzellen treten gegenüber den anschließenden Epidermiszellen in ihrer

Höhe etwas zurück, sind schwach nach außen vorgewölbt und zeigen gut ausgebildete äußere und innere Hörnchen. Haare etwa bis zu $^2/_3$ der Tiefe der angrenzenden Epidermiszellen mit rundlichem, knopfförmigen Bulbus inseriert.

Langgestreckte, einfache, einschichtig und dicht gestellte Palisaden, an den größeren Nerven, unterbrochen. Ihre Breite beträgt im Durchschnitt 21 μ (Max. 28 μ), ihre Länge 77 μ (Max. 93 μ). A. Nestler (Lit. 23) beobachtete hierfür 24 und 123 μ. In den von uns untersuchten Exemplaren 4 verschiedener Standorte haben wir Palisaden mit einer 93 μ überschreitenden Länge nicht auffinden können. Die Höhe der Palisadenschicht beträgt durchweg $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Blattdicke. — Die Zellen des relativ dichten, 5- bis 6reihigen Schwammparenchyms sind horizontal gestreckt. Von der Fläche betrachtet zeigt sich das übliche Bild netzartigen Zusammenschlusses der Zellen, bei dem die Interzellularräume $1^1/_2$- bis 2-mal so breit sind, wie die sie einschließenden Zellen.

Hauptnerv mit kollateralem Gefäßbündel in einer umfangreichen Ausbuchtung des Gewebes, der oberseits eine tiefe, sattelförmige Einbuchtung entspricht.



Tafel IV.

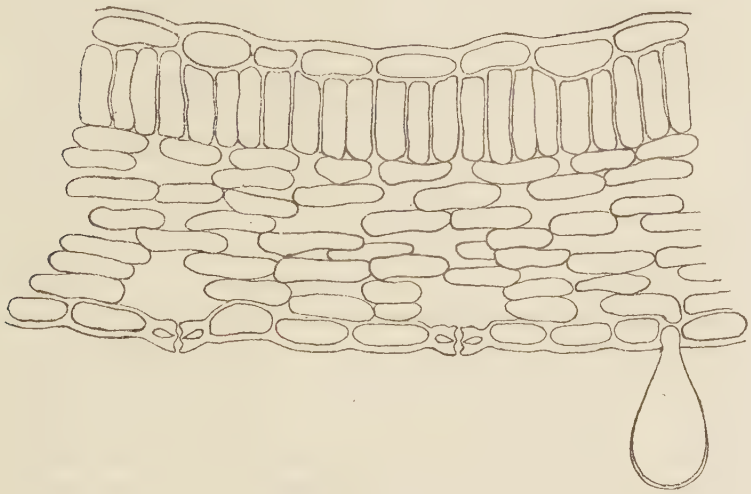
Helleborus foetidus L. Fig. 1 Obere Epidermis, Fig. 2 Untere Epidermis.

Das Gefäßbündel des Mittelnerven zeigt am Holzteil bei der Mehrzahl der untersuchten Blattsegmente in deren ganzer Spreite einen sichelförmigen Sklerenchymbelag wechselnder Ausdehnung. In einem Falle war er an der Basis des Blattabschnittes als größere Gruppe vorhanden, in der Mitte jedoch schon bis auf eine einzige Faser verschwunden, in einem andern Falle fehlte er überhaupt. Unterhalb des Siebteiles war in zwei Fällen in der unteren Hälfte des Segmentes ein kleinerer Faserbelag zu verzeichnen, der in der Mitte in Gestalt von 1 und 3 Fasern noch eine Fortsetzung hatte.

Bei diesen Schwankungen im Vorkommen der Versteifungselemente ist es ausgeschlossen, differentialdiagnostisch darauf abzustellen. Nestler sagt, daß der Sklerenchymbelag bei ausgewachsenen Blättern zur Differenzierung der Helleborusarten geeignet wäre, und daß bei H. foetidus am Siebteil der Stränge der Lamina Sklerenchymfasern fehlen (Lit. 23, S. 11 und 37). Diesen Angaben können wir uns nicht anschließen. — Oberhalb des Holzteils lassen sich folgende Gewebeschichten unterscheiden: eine Gruppe von 3 bis 4 Reihen kleinzelligen Parenchyms, eine meist 3-reihige Sichel nicht sehr dickwandiger Sklerenchymfassern (nicht konstant!), ein schön markiertes, dickwandiges, stets einreihiges Kollenchym, dessen Lumina oval und horizontral gestreckt sind, und die Epidermis. Unterhalb des Siebteils schließen sich an ein 9- bis 10-reihiges Parenchym von kleinen, polygonalen Zellen, vereinzelte, schwachverdickte Bastfasern (nicht konstant!) und ein in den Wandungen mäßig verdicktes, 7- bis 8-reihiges Kollenchym aus großen, gerundeten Zellen. Diesem Kollenchym, das zahlreiche Intercellularen zeigt und nur teilweise in den Ecken verdickt ist, schließt sich nach der unteren Epidermis zu ebenfalls ein durch seine dicken Wände in die Augen fallendes, einreihiges Kollenchym an, dessen Lumina wie oben oval-gestreckt sind. In den Zellen des Füllgewebes häufig grün gefärbtes, stärkeführendes Plasma.

Anwendung: Der Wurzelstock der Pflanze, der eine ähnliche pharmakologische Wirkung wie Digitalisblätter

zeigt, lieferte früher Rhizoma Hellebori foetidi. Die ganze Pflanze war auch als Anthelmintikum im Gebrauch (Radix et herba Hellebori foetidi).



Tafel V.
Helleborus foetidus L., Blattquerschnitt.

Helleborus niger L.

15 bis 30 cm hohes Kraut mit grundständigen, 8- bis 9-teiligen, fußförmigen, kahlen Blättern, die lederartig sind und meist den Winter überdauern. Die Segmente sind breit lanzettförmig, im oberen Teile entfernt gesägt.

Mikroskop. Flächenbild. Ein Vergleich der anatomischen Verhältnisse des Blattes mit denen bei H. foetidus ließ einige wesentliche Unterschiede erkennen. Die Zellen beider Epidermen zeigen von der Fläche wellig-polygonalen Charakter. Irgend welche Verdickungsleisten in den Seitenwänden treten nicht auf; die rundlichen Zellkerne sind beiderseits deutlich sichtbar. — Stomata fast kreisrund, Durchmesser 46 μ im Mittel. Umgeben sind sie von 4, 5 oder 6 Epidermiszellen, von denen 1 oder 2 kleineren Umfangs sind. — Trichome oberseits seltener, vorwiegend in den Nervenrinnen, unterseits häufiger. Die mittleren Werte für Breite und Länge sind 50 und 110 μ, Form also schlanker als bei H. foetidus. (Fig. III, 6.)

Querschnitt. Die Epidermiszellen wechseln in ihrer Größe nicht so stark wie bei H. foetidus, in der Einbuchtung über dem Hauptnerven sind sie deutlich nach außen vorgewölbt und unterhalb des Mittel- und der größeren Seitennerven sind sie häufiger zu Papillen ausgezogen. Die Spaltöffnungen liegen in einer Ebene mit den übrigen Epidermiszellen. Stomata auf der Unterseite des Hauptnerven, die ihre Umgebung sehr beträchtlich überragen, konnten wir — entgegen der Beobachtung von Nestler (Lit. 23, Tafel 2, Fig. 16) — nicht feststellen.

Die Höhe der Palisadenschicht macht an der Basis des Blattsegmentes $^1/_6$, in der Mitte $^1/_6$ bis $^1/_5$ und an der Spitze $^1/_4$ des Gesamtdurchmessers der Lamina aus. Die Palisaden auf dem Querschnitt durch die Mitte haben eine durchschnittliche Höhe von 85 μ und eine Breite von 29 μ. Schwammparenchym 6- bis 9-reihig, Zellen etwas weniger gestreckt, gedrungener. Auf dem Flächenbild des Schwammgewebes sind die Breiten der Zellen und der davon eingeschlossenen Lumina etwa gleich. — Faserbelag in Form einer sichelförmigen Scheide kommt am Xylem der Gefäßbündel in einigen Fällen vor, in anderen fehlt er. Am Phloem kommt Sklerenchym in keinem Falle vor. Das unterhalb des Phloems sich anschließende Parenchym weist hier Intercellularen (ohne Inhalt) auf.

Anwendung: Der Wurzelstock der Pflanze ist zur Zeit offizinell in Belgien, Griechenland, Portugal und Rumänien. In Deutschland, wo er früher als Rhizoma Hellebori nigri ebenfalls offizinell war, ist er auch jetzt im Handel und dient als Cardiotonicum, Catharticum und Emmenagogum.

Helleborus viridis L.

15 bis 50 cm hohes Kraut mit langgestielten, kaum fußförmigen, fast handförmig geteilten, 7- bis 12-spaltigen Wurzelblättern. Die Blättchen sind lanzettförmig, scharf und dicht doppelt-gesägt und zugespitzt, unterseits an den hervortretenden Nerven behaart.

Ergänzendes Material aus dem Herbarium des botanischen Instituts in Basel.

Mikroskop. Flächenbild. Die Zellen beider Epidermen, im besonderen der unteren, können ausgesprochen wellig-buchtigen oder, und zwar vornehmlich oberseits in der Nähe der Segmentbasis und bei jüngeren Blättern, wellig-polygonalen Charakter tragen. — Gewellte Seitenwände der unteren Epidermiszellen sind in den Gipfeln der Bögen mitunter auch schwach verdickt; unterseits kann auch allgemeine Kutikularfaltung und solche, die strahlenförmig auf einzelne Stomata zuläuft, vorkommen. Alle diese Merkmale entbehren der Konstanz, dagegen konnten wir stets deutliche Kutikularfaltung der Oberseite und das Fehlen von knoten- und zapfenförmigen Verdickungsleisten auf beiden Seiten beobachten. Die Wände der über den Nervenbahnen der Unterseite liegenden, gestreckten Epidermiszellen sind im Gegensatz zu H. foetidus nicht perlschnurartig verdickt.

Die Epidermiszellen über der weichen Lamina enthalten beiderseits in spärlicher Anzahl runde und in der Überzahl gestreckte Zellkerne. Die Schließzellen, die eine durchschnittliche Breite von 34 μ und eine Länge von 46 μ aufweisen, sind fast durchgehends von 4 der gewöhnlichen Epidermiszellen umschlossen.

Dünnwandige Haare beobachteten wir in 2 verschiedenen Formen. Ballonförmige, i. M. 49 μ breite und 107 μ lange und schlauchförmige, unten verjüngte, i. M. 37 μ breite und 185 μ lange Haare (Fig. III, 7 und 8). Die längeren, schlauchförmigen Haare kommen etwa viermal so häufig vor wie die ballonförmigen. Beide Formen der Haare auf Ober- und Unterseite des Blattes unter Bevorzugung der Bahnen der größeren Nerven, und zwar unterseits häufiger als oberseits. A. Nestler (Lit. 23, S. 20) beschreibt nur eine Haarform, die keulenförmige, und gibt als größte Breite 33 μ bei einer Durchschnittlänge von 106 μ an.

Querschnitt. Die Außenwände der Epidermiszellen sind im allgemeinen dünner als bei H. foetidus. Die Zellen selbst zeigen in ihren Längswänden hier und da feine Porenkanäle und wechseln in ihrer Größe nur wenig.

Dagegen treten die um Trichome gruppierten Epidermiszellen, besonders wenn sie an der Unterseite der größeren Stränge liegen, durch ihre Größe hervor und überragen, einen ganzen Zellhügel bildend, die übrige Epidermis erheblich. Die Haare sind mit einem langgestreckten Bulbus in der Epidermis verankert.

Die Palisaden sind bei einer mittleren Breite von 27 μ und einer Höhe von 97 μ größer als die von H. foetisdus und nehmen etwa den dritten Teil des Durchmessers der Lamina ein. W. Mitlacher (Lit. 22) bezeichnet die Palisaden als relativ kurz und breit. Nach unsern obigen Maßangaben kann man diese Ausdrucksweise wohl nicht als zutreffend bezeichnen. Die Lumina des von der Fläche gesehenen Schwammgewebes sind in der Mehrheit nur wenig breiter als die sie umgebenden Zellen.

Das Auftreten des Sklerenchymbelags am Hauptnerven der Segmente war wiederum großem Wechsel unterworfen. In einem Falle lagen an der Basis und in der Mitte des Segments allein am Xylem Sklerenchymfasern. In einem anderen Falle lagen an der Basis des Blättchens am Holzteil 5 Fasern und am Siebteil eine ansehnliche, bogenförmige Sklerenchymscheide, in der Mitte lagen am Holzteil noch 3 und am Siebteil noch 1 Faser, in der Blattspitze fehlten diese Festigungselemente. In einem anderen Segment wurden beobachtet: an der Basis je eine ansehnliche Bastfaserscheide am Holz- und Siebteil, in der Mitte die gleichen, nur wenig reduzierten Faserbelage, an der Spitze Bastfaserscheide am Holzteil und 3 vereinzelte Fasern am Siebteil. — Pflanzenmaterial aus Zürich und Italien, das dem Herbarium des botanischen Instituts in Basel entstammte, zeigte keinen Sklerenchymbelag. — Nestler (Lit. 23, S. 20) fand an der Basis an beiden Polen der Bündel nur sehr wenige Sklerenchymfasern, in der Mitte waren sie am Bastteile verschwunden, während am Holzteile noch ein Rest vorhanden war, der sich aber gegen die Blattspitze hin auch rasch verlor.

Bei manchen Blättern fehlten die Fasern bereits schon von der Mitte an vollständig.

Diese Befunde stehen mit den unsrigen nicht in Widerspruch, denn gleiche Querschnittsbilder sahen auch wir. Dagegen müssen wir in Anbetracht der Verschiedenartigkeit des Auftretens des Sklerenchymbelages diesem den Wert als Unterscheidungsmerkmal für H. viridis von anderen Formen der Gattung Helleborus absprechen. (Vergl. Lit. 23, S. 36.)

Der Kollenchymbelag ist im allgemeinen nicht so starkwandig wie bei H. foetidus, und auch die unter den Epidermen am Mittelnerven liegende, einreihige Kollenchymschicht ist, da die Wände und Ecken weniger stark verdickt sind, nicht in auffallender Weise markiert.

Anwendung: Die grüne Nießwurzel ist als Arzneimittel schon sehr lange bekannt und war früher in Deutschland offiziell. In der Gegenwart ist die Pflanze als Radix Hellebori viridis cum herba im Handel und wird als Herztonicum, abführendes und die Menstruation förderndes Mittel empfohlen.

Gemeinsame Gattungsmerkmale:

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen führen vielfach grün gefärbtes Plasma, die der Oberseite mit konstanter Kutikularfaltung. Die Trichome oder deren Basalstellen umgebenden Zellen sind fast stets rosettenförmig angeordnet.
3. Stomata richtungslos, nur unterseits.
4. Einreihiges, an den größeren Strängen unterbrochenes Gewebe von stabförmigen Palisaden.
5. Schwammparenchym auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild schließen die verzweigten Zellen netzartig aneinander.
6. An den größeren Gefäßbündeln (kollateral) kann Sklerenchymbelag auftreten; sein Vorkommen ist innerhalb der einzelnen Species nicht konstant. Siebteil nach unten zu deutlich abgegrenzt.

7. Beiderseits einzellige, dünnwandige Trichome, niemals zugespitzt.

Differenzierung der Arten:

1. Haare keulenförmig.
   a) Epidermiszellen oberseits wellig-buchtig und spitzbuchtig, Verdickungsleisten knötchenförmig, unterseits spitzbuchtig, Verdickungsleisten knötchen- bis zapfenförmig. Stomata oval und vorgewölbt.

      Helleborus foetidus L.

   b) Epidermiszellen beiderseits wellig-polygonal, ohne Verdickungsleisten. Stomata rund, nicht vorgewölbt. Unter den größeren Strängen zu Papillen ausgezogene Epidermiszellen.

      Helleborus niger L.

2. Haare schlauchförmig und keulenförmig, unter den dickeren Strängen von größeren, in Hügeln sich vorwölbenden Epidermiszellen umschlossen. Stomata oval, vorgewölbt und fast durchgehends von 4 Epidermiszellen umgeben.

   Helleborus viridis L.

Nigella.

Nigella sativa L.

Bis 40 cm hohe, aufrechte, schwach verästelte Pflanze mit kurzen, doppelt-gefiederten bezw. doppelt-fiederschnittigen Blättern. Blattabschnitte etwa 15 mm lang, schmal-lanzettlich, zugespitzt und feinhaarig.

Mikroskop. Flächenbild.

Ein durch Chlorbleiche (nach Schultze) und Chloralhydrat transparent gemachtes Segment zeigt bei schwacher Vergrößerung den Charakter des bogennervigen Blattes. Die beiden in der Nähe des Blattrandes laufenden, größeren Seitennerven kehren an der Spitze zum Hauptnerven zurück. Alle drei schwellen vor dem Erlöschen noch einmal an unter Ausbildung von seitlich anliegenden, gefäßähnlichen Zellen (Fig. VI). Über den Enden der letzten Ausläufer liegen ober- und unterseits Wasserspalten, deren Porus und gesamter äußerer Umriß sich mehr der Kreis-

form nähert als bei den Luftspalten, auch sind ihre Wände dicker als bei jenen. Ihrer Flächengröße nach jedoch gleichen sie etwa den Luftspalten. Beide Epidermen sind allenthalben mit groben Wärzchen bedeckt, die an den Blattzähnchen und den über die Lamina verstreuten Papillen besonders gut sichtbar sind.

Epidermiszellen der Oberseite über dem Mittelnerven langgestreckt, sehr schwach wellig, daran anschließend langgestreckte, buchtig-geschweifte Zellen, die nach dem Blattrande hin allmählich in eine Reihe von stärker welligbuchtigen Zellen übergehen. Einzelne dieser randständigen Zellen kann man schon als schwach buchtig-sternförmig bezeichnen. Alle Zellen ohne partielle Verdickungen in den Seitenwänden. — Stomata ziemlich zahlreich, fehlen im Gebiet der langgestreckten Zellen am Nerven und an der Basis. Sie sind in der Richtung der Längsachse des Blattsegmentes ausgerichtet und meist von 4, seltener von 5 oder 6 der anderen Epidermiszellen eingeschlossen. Mittlere Breite 33 μ, Länge 53 μ. — 2 Typen von Haaren. Gerade, dünnwandige, glatte, schlauchförmige, nach dem fingerförmigen Ende hin sich verschmälernde, im Mittel 450 μ (Max. 775 μ) lange und 34 μ breite Haare mit farblosem Inhalt (Fig. III, 9). Ferner nach der Basis zu in der Wandung schwach verdickte, im allgemeinen dünnwandige, glatte oder mit Wärzchen besetzte, kopfig endigende, im Durchschnitt 240 μ lange und 33 μ breite Haare von sogenannter Ampullenform (Fig. III, 10) und mit grünlichem, plasmatischem Inhalt. Dieses Haar tritt 4- bis 5mal häufiger als das schlauchförmige auf. Das ampullenförmige Haar ist in der unteren, bauchigen Hälfte ab und zu auch kollabiert anzutreffen. Bau und Anordnung der unteren Epidermiszellen gleichen im wesentlichen den oberseitigen, die Zellkerne, rund, sind hier leicht erkennbar. Spaltöffnungen zahlreich, in Richtung der Mittelnerven orientiert, meist von 5 oder 6, seltener von 4 oder 7 gewöhnlichen Epidermiszellen umstellt und im Durchschnitt 36 : 55 μ groß. Haare nur ampullenförmig, fast stets warzig kutinisiert.

Querschnitt. (Durch die Mitte der Längsachse eines Fiederabschnittes).

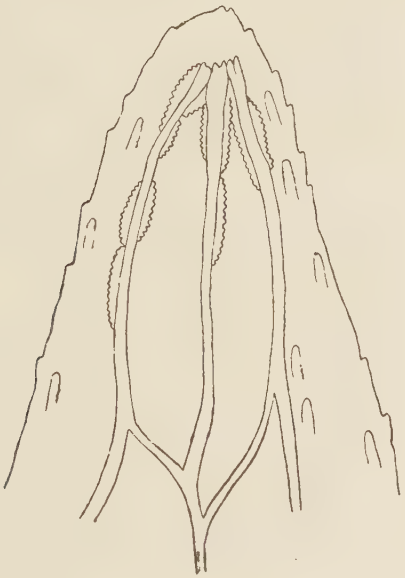
Dünne, glatt überlaufende Kutikula, deren Hineinragen in die, beiderseits vorhandenen, Atemhöhlen sehr deutlich erkennbar ist. — Außenwände der in ihrer Größe ziemlich wechselnden Epidermiszellen (mit farblosem Inhalt) nur wenig verdickt und mehr oder weniger stark vorgewölbt, hier und da auch papillenartig entwickelt. — Schließzellen beiderseits etwas über das Niveau der Epidermis hervortretend und halb so tief wie die benachbarten Zellen. Die Haare sind in der Mehrzahl mit 3kantigem, an Herzform erinnernden Basalteil in wenigstens halber Höhe der Epidermiszellen eingesenkt, das längere, schlauchförmige Haar konnte daneben auch mit mehr gerundetem, u-bogenförmigen Bulbus beobachtet werden.

Die auf dem Querschnitt teilweise zweiarmig erscheinenden Palisaden sind in Form und Höhe einigem Wechsel unterworfen. Bei den kürzeren Zellen tritt bei etwas klaffenden Armen gern Hufeisenform, bei den längeren gern Y-Form auf. Die untere Hälfte ist hier verjüngt; die mindestens bis zur Mitte reichenden Arme sind bis auf eine im Grunde der Einfaltung liegende, ösenförmige Intercellulare stark genähert. Die Palisaden sind ziemlich locker aufgestellt und hier im Segment an den Strängen wohl etwas kleiner und geringer an Zahl, aber nicht unterbrochen. Am Rande der Lamina folgen sie bei dichter Anordnung dessen gleichmäßiger Rundung bis zu der Unterseite. Auch die Zellen des Schwammparenchyms stehen hier am Blattrande relativ dicht, die Funktion der Palisaden unterstützend. Die mittlere Höhe der Palisadenschicht liegt bei 65 μ und erreicht damit $^1/_3$ der Blattdicke.

Das Schwammgewebe ist, von obiger Ausnahme abgesehen, sehr locker gebaut, seine teilweise dichotomen Zellen sind horizontal gestreckt. Von der Fläche sieht man den üblichen, netzartigen Zusammenschluß der verzweigten Zellen. Die Zwischenräume sind meist 3- bis 4mal breiter als die Zellen.

Gefäßbündel kollateral ohne Faser- und Kollenchymbelag. Die Bündel sind kreisförmig von einem 1- bis 2reihigen, aus farblosen, größeren, runden und dicht aneinanderschließenden Zellen bestehenden Parenchymgewebe umschlossen (Parenchymscheide). Nach der oberen Epidermis zu liegt großzelliges Schwammparenchym und eine Reihe Palisaden, nach der unteren Epidermis zu nur grünes Schwammgewebe.

Es erschien uns von Belang zu untersuchen, ob auch in der Fieder 1. Ordnung, wenn man diese in ihrer Gesamtheit als Blättchen betrachtet, die Palisadenschicht am Mittelnerven unterbrochen ist. Auf dem durch die Mitte der Längsachse geführten Querschnitt zeigt die Palisadenschicht Unterbrechung am Mittelnerven. Letztere ist (wie oben) von 1 bis 2 Reihen großer, runder, parenchymatischer und farbloser Zellen umschlossen; ober- und unterhalb grünes Schwammgewebe bis zu den Epidermen.



Tafel VI.

Nigella sativa L., Spitze eines Fiederabschnittes, von unten gesehen, 1/75.

Anwendung: Die Samen der Pflanze waren früher als Semen Nigellae (= Semen Melanthii oder Semen Cumini nigri) officinell. Sie werden als Galactagogum, Carminativum, Diureticum, Resolvens, Wurmmittel, Magenmittel und bei Gelbsucht und bei Brustkrankheiten angewandt. Ferner dienen sie als Gewürz (Schwarzkümmel) und Volksmittel gegen Tierkrankheiten.

Nigella damascena L.

Aufrechte Pflanze mit dunkelgrünen, ungestielten, wechselständigen, meist doppelt gefiederten Blättern, die weit größer als bei Nigella sativa sind und schmale, borstenförmige, spitze, weit auseinander stehende, etwa 3 cm lange Abschnitte haben.

Mikroskop. Flächenbild.

Bei Betrachtung des Flächenbildes mit schwacher Vergrößerung ist als Unterschied von N. sativa zu verzeichnen, daß die Seitennerven 1. Ordnung sich mit dem Mittelnerven an der Spitze des Segmentes nicht vereinigen, hier nicht stärker anschwellen und gefäßähnliche Zellen an ihrer Seite nicht ausbilden. Dagegen sind große Wasserspalten ebenfalls vorhanden, vornehmlich auf der Oberseite. Grobwarzige, fingerförmige oder mehr zugespitzt endigende Papillen treten vor allem auf der Blattunterseite auf, und zwar besonders am Rande und in den seitlich vom Hauptnerven und nach der Spitze zu gelegenen Partien.

Die Spaltöffnungen der Oberseite sind im Durchschnitt 30 : 44 μ groß und von 4 oder 5 gewöhnlichen Epidermiszellen eingeschlossen, sie treten in der unteren Hälfte der Segmente stets in geringerer Anzahl als in der oberen auf und fehlen hier mitunter sogar gänzlich. — Stomata der Unterseite im Mittel 30 : 45 μ groß und von 4, 5 oder 6, selten von 7 Epidermiszellen begrenzt. Zellkerne sind in beiden Epidermen nicht erkennbar, Haare nicht auffindbar.

Querschnitt. Die Epidermiszellen gleichen im allgemeinen denen von N. sativa, sind aber auch nach dem

Mesophyll zu oft erheblich vorgewölbt. Hierdurch werden die Unterschiede in den Größenverhältnissen der Zellen zueinander noch verstärkt. — Schließzellen beiderseits in einer Ebene mit der übrigen Epidermis und $^1/_2$ bis $^1/_3$ so hoch wie die angrenzenden Zellen. Lumina relativ groß, Wandverdickungen daher nicht stark.

Auf insgesamt 30 Querschnitten verschiedener Herkunft wurde einmal in der oberen Epipermis ein einzelnes, lädiertes Haar beobachtet. Trichome sind also äußerst selten. Der Haarstumpf war mit konischem Bulbus inseriert, oberhalb dünnwandig, glatt und 18 μ breit. Hiernach steht zu vermuten, daß die Haare viel kleiner als die von N. sativa sein werden. — Die Palisadenschicht erreicht bei einer mittleren Höhe von 70 μ $^1/_3$ der Blattdicke. Das Schwammparenchym besteht aus 4 Reihen horizontal gestreckter Zellen, die sich auf dem Flächenbild maschenartig zusammengeschlossen zeigen und 2- bis 3 mal breitere Intercellularen umschließen. — Am Mittelnerven sind folgende Gewebeschichten zu unterscheiden: Obere Epidermis, einreihiges Palisaden- und einreihiges Schwammgewebe, kollaterales Gefäßbündel, 1 bis 2 Reihen farbloser, parenchymatischer Zellen, dreireihiges Schwammgewebe, untere Epidermis.

In den jüngsten Blättern des in 50prozentigem Alkohol längere Zeit aufbewahrten Materials zeigten sich in der Palisadenschicht auf dem Querschnitt große, strahlige Sphärite, die ähnlich wie Hesperidinsphärite aussahen. Nach den Untersuchungen von G. Wander (Lit. 39) sind als „Hesperidin“ bisher verschiedenartige Körper angesprochen worden, und nach Tunmann (Lit. 35, S. 371) sind diese Körper häufig garnicht präformiert vorhanden gewesen, sondern kommen erst bei der Aufbewahrung in Alkohol, Glyzerin oder Wasser an den verschiedensten Stellen zur Ausscheidung. Im frischen Material waren sie dort niemals vorhanden.

Wir glaubten daher, daß diese erst nach längerer Zeit auftretende Erscheinung näheres Interesse nicht beanspruchen könne, weshalb wir bei unseren Forschungen

dem eventuellen Vorkommen von „Hesperidinen“ keinen Wert beilegten.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. In Richtung des Mittelnerven gestreckte, wellig-buchtige, grobwarzige Epidermiszellen ohne partielle Verdikkungen, auf dem Querschnitt in ihrer Höhe wechselnd. Blattunterseite stets mit Papillen.
3. Stomata oval, in Richtung des Mittelnerven orientiert, beiderseits.
4. Einreihiges Gewebe von einfachen und gegabelten Palisaden nur in den Fiedern 1. Ordnung am Mittelnerven unterbrochen, in den Fiederabschnitten dagegen nicht. Höhe der Palisaden = $^1/_3$ der Blattdicke.
5. Schwammparenchym auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild schließen seine verzweigten Zellen netzartig aneinander.
6. Gefäßbündel kollateral, eingebettet in teilweise grünes Parenchymgewebe mit Intercellularen.
7. Dünnwandige Trichome.

Differenzierung der Arten.

1. Ampullenförmige Haare beiderseits, auf der Oberseite außerdem vereinzelte, schlauchförmige Haare. Stomata meist 53 bis 55 μ lang.

   Nigella sativa L.

2. Trichome oberseits äußerst selten (praktisch fehlend), unterseits nicht vorhanden. Stomata meist 44 bis 45 μ lang.

   Nigella damascena L.

Coptis.

Coptis trifoliata Salisbury.

Synonyma: Helleborus trifoliatus L., Anemone groenlandica Oeder.

Krautige Pflanze mit langgestielten, 3-zähligen Blättern. Die sitzenden Blättchen an weitläufig gekerbtem Rande

mit kleinen Sägezähnen, die nach der Anheftungsstelle zu allmählich verschwinden.

Material: Herbarium des botanischen Instituts in Basel (stammend aus einem Herbarium in Liverpool).

Mikroskop. Flächenbild. Bei schwacher Vergrösserung sieht man ein fiedernerviges Blatt mit Anastomosen vor sich. Die Sekundärnerven biegen oft vor dem Blattrande um und ziehen sich bogenförmig zum nächsthöheren Sekundärnerven hin, ferner entsenden sie auch Fortsätze in die Blattzähnchen. Die letzten Ausläufer der Nervatur endigen blind in den Maschen.

Obere Epidermiszellen buchtig-sternförmig, dickwandig, oft knotig verdickt und in den Gipfeln der Bögen noch besonders verstärkt. Über den größeren Strängen schwächer ausgebuchtet und nur wenig in die Länge gestreckt, in den Wandungen stark knotig verdickt. Keine Kutikularfaltung und keine Spaltöffnungen; Inhalt farblos. Die bei tieferer Einstellung auftauchenden Palisaden weisen bei oft ringförmiger Aufstellung zahlreiche Zwischenräume auf.

Schwach gekrümmte, stumpf zugespitzte, mit Ausnahme der basalen Partie entfernt grob-warzige, ziemlich dickwandige Haare, die sich bei der Phloroglucinreaktion als unverholzt erweisen, finden sich nur auf den Bahnen der größeren Stränge (Fig. VII, 1). Die Mehrzahl hat eine Länge von etwa 100 μ (75 bis 110 μ).

Epidermiszellen der Unterseite stark buchtig-sternförmig, ähnlich wie oberseits, oft aber auch etwas in die Länge gestreckt, dickwandig, in den Gipfeln der Bögen meist nur schwach und seltener knotig verdickt. Die über den Rippen gelegenen Zellen sind von den übrigen nicht wahrnehmbar unterschieden. Nirgends Kutikularfaltung; Inhalt farblos. Stomata zahlreich, die Mehrzahl, jedoch nicht alle, in Richtung des Mittelnerven orientiert, im Mittel 21 μ breit und 24 μ lang und von 4, 5 oder 6, ausnahmsweise auch von 7 und 8 gewöhnlichen Epidermiszellen umstellt.

J. U. und C. G. Lloyd (Lit. 19, S. 203) bezeichnen die zahlreich vorkommenden Spaltöffnungen als groß (the

numerous large stomates) und erwähnen bei Beschreibung der Epidermiszellen weder die besonders auf der Oberseite auffälligen, knotenförmigen Wandverdickungen, noch die nicht weniger bemerkenswerte Einheitlichkeit der Zellform auf der Unterseite. — Nach unseren Feststellungen sind die Stomata als verhältnismäßig klein zu bezeichnen, und der anatomische Befund an den Zellen beider Epidermen läßt sich als gutes Erkennungszeichen für diese Species verwenden.

Zahlreiche Haare finden sich unterseits in einer etwa 2 mm breiten Zone nur am äußersten Grunde des Blättchens auf den Hauptnerven und den hier abzweigenden, seitlichen Nerven, sowie auch dazwischen in der weichen Lamina. Es scheint sich um eine Fortsetzung der den Blattstiel allseitig umgebenden Behaarung zu handeln. Diese Haare sind denen der Oberseite des Blattes ganz ähnlich, jedoch gerade und mehr fingerförmig endigend. Im übrigen sind an den größeren Nerven papillenförmige Ausstülpungen der Epidermiszellen wahrnehmbar.

Querschnitt (durch die Mitte der Längsachse eines Blättchens). An dem Querschnittsbild in seiner Gesamtheit fällt zunächst auf, daß unterhalb des Hauptnerven und der größeren Seitennerven eine nur unbedeutende, dagegen oberhalb eine beträchtliche Ausbuchtung liegt. Der Blattrand ist nach unten umgebogen. — Kutikula ziemlich dick, glatt überlaufend, nur an dem Hauptnerven, besonders unterseits, kleine, rundliche Einfaltungen an den Zellgrenzen. Außenwände gerade oder sehr wenig nach außen gewölbt, dickwandig, an den größeren Nerven und am Rande der Spreite noch besonders verstärkt. Die unterseits des Hauptnerven liegenden Epidermiszellen sind stärker nach außen vorgewölbt. — Auf beiden Seiten meist isodiametrischer, ab und zu auch etwas längsgestreckter Bau der ziemlich dickwandigen Epidermiszellen. Inhalt farblos. Die Schließzellen, rundlich und mit sehr stark verdickten Wänden, liegen in Höhe der Epidermis und zeigen gleiche Tiefe; ihre äußeren Hörnchen sind besonders kräftig entwickelt. Haare in gleicher Tiefe wie die anschließenden Zellen der Epidermis

mit breitem Bulbus zwischen diesen eingesenkt. Im Mesophyll treten beim Aufhellen mit Chloralhydratlösung hier und da gelbgrüne Flecken (Berberin?) auf, wie wir sie schon bei Paeonia officinalis L. beobachteten. Palisaden stabförmig, etwa doppelt so lang wie breit, einreihig, locker, an den größeren Nerven nicht unterbrochen. Höhe 21 bis 28 μ, Breite 12 bis 15 μ; verglichen mit der Blattdicke $^1/_5$ bis meist nur $^1/_6$ davon erreichend. — Schwammparenchym sehr locker, teils in Längsrichtung der Palisaden, teils senkrecht dazu gestreckt. Von der Fläche sind dessen Zellen nach Art eines Netzes, dessen Maschen das 1- bis 3-fache, ab und zu auch mehr, des Zellendurchmessers ausmachen, miteinander verbunden.

Die kollateralen Gefäßbündel sind durch beiderseitigen Belag mit Sklerenchym, dessen in je drei Reihen geordnete Fasern ein nur noch kleines Lumen erkennen lassen, charakterisiert. Auch an den größeren Seitennerven liegt beiderseits Sklerenchym, an den keineren nur noch am Siebteil. Die Faserbeläge begleiten die Stränge bis in die Blattspitze hinauf und nehmen nach der Blattbasis zu entsprechend an Mächtigkeit zu. Die Gefäßbündel nebst ihren Sklerenchymscheiden sind von einer durch ihre Großzelligkeit in die Augen fallenden, ringförmigen Parenchymscheide umgeben. An letztere schließen sich am Mittelnerven nach der oberen Epidermis zu 2 Reihen Schwammparenchym und eine Reihe Palisadenzellen an, unterhalb der Parenchymscheide folgen 3 Reihen dünnwandigen Kollenchyms mit größeren Intercellularen und die untere Epidermis. Außerdem liegen zwischen Holzteil und der oberen Sklerenchymsichel 3 Schichten dünnwandiger, kleiner Zellen, die erst nach dem Faserbelag zu kollenchymatisch verdickt sind. Die seitlichen Verbindungen zwischen der oberen und unteren Sklerenchymscheide stellt ein nur schwach verdicktes Kollenchym dar. Inhalt der kollenchymatischen Zellen stets farblos.

Anwendung: Der Wurzelstock nebst Wurzeln der Pflanze ist als Rhizoma Coptidis in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Japan officinell und wird äußer-

lich gegen Augenentzündungen, Schwämmchen und Geschwüre des Mundes und als Stomachikum angewandt.

Charakteristische Merkmale für Coptis trifoliata Salisbury.

1. Blattbau dorsiventral. Die Ausbuchtungen des Gewebes sind oberhalb der größeren Nerven viel umfangreicher als unterhalb.
2. Epidermiszellen beiderseits buchtig-sternförmig; besonders oberseits durch knotige Verdickungsleisten, unterseits durch Gleichförmigkeit aller Zellen gekennzeichnet. Auf dem Querschnitt derbe Seiten- und besonders dicke Außenwände.
3. Stomata zahlreich, klein (21 : 24 μ), nur unterseits. Schließzellen auf dem Querschnitt fast bis zum Verschwinden der Lumina verdickt, nicht vorgewölbt.
4. Palisaden stabförmig, einreihig, an den Rippen nicht unterbrochen.
5. Schwammparenchym auf dem Querschnitt zum Teil horizontal, zum Teil vertikal gestreckt. Auf dem Flächenbild netzartiger Zusammenschluß seiner verzweigten Zellen.
6. Kollaterale Gefäßbündel mit Kollenchym- und Faserbelag. Am Holz- und Siebteil je eine sichelförmige Sklerenchymscheide, das Ganze eingeschlossen von gut markierter Parenchymscheide.
7. Auf den Nervenbahnen der Oberseite gekrümmte, stumpf zugespitzte, entfernt-grobwarzig kutinisierte, ziemlich dickwandige Haare mit breitem Basalteil.

Actaea.

Cimicifuga racemosa Nutt.

Synonyma: Cimicifuga racemosa Barton, Cimicifuga serpentaria Pursh, Actaea racemosa L., Botrophis actaeoides Rafin., Macrotrys actaeoides Rafin., Macrotrys racemosa Sweet., Megotrys serpentaria Rafin.

Oft über 1 m hohe Pflanze mit gestielten, großen, wechselständigen, doppelt dreizählig gefiederten Blättern. Blättchen oval-länglich, ungleich doppelt gezähnt und mit

langer Spitze. — Das fiedernervige Blättchen zeigt allenthalben Anastomosen; die feinsten Verzweigungen endigen blind in den Maschen.

Mikroskop. Flächenbild. Oberseits Epidermiszellen mit bogenförmigen, spitz-buchtigen oder ab und zu auch gerundet-rechtwinkligen Ausstülpungen. Perlschnurartige Verdickungen der Seitenwände und schwache Verstärkungen in den Gipfeln der Ausbuchtungen kommen nur spärlich vor. Knötchenförmige Verdickungen sind in der oberen Blatthälfte, speziell in der Randpartie, ab und zu feststellbar, in der unteren Blätthälfte sind sie selten. Regelmäßig, wenn auch nicht zahlreich, werden dagegen kleine Kutikularwärzchen angetroffen. Über den Blattrippen gestreckte, geradwandige Zellen, denen sich gestreckte, wellige Zellen, gleichsam als Übergangsform zu den mehr sternförmigen, anschließen. Alle Epidermiszellen tragen Kutikularfaltung, die auf den Nervenbahnen kräftiger, in der weichen Lamina schwächer entwickelt ist. Der Inhalt der Zellen besteht aus grünlich gefärbtem Plasma mit rundem Zellkern. Epidermiszellen der Unterseite tief welligbuchtig, in deren Seitenwänden als einzige Verdickungsform die knötchenartige vorkommt. Sie ist ziemlich häufig und tritt besonders gern in der Nähe der Spaltöffnungen auf. Über den Strängen sehr langgestreckte, geradwandige Zellen mit recht- oder spitzwinkelig eingefügten Querwänden. Kutikularwärzchen werden wie auf der Oberseite regelmäßig angetroffen, ebenso Kutikularfaltung, die im besonderen noch auf Stomata und Basalstellen der Trichome strahlig zuläuft. Inhalt farbloses Plasma mit rundem Zellkern.

Die Mehrzahl der Stomata zeigt annähernd runde Form (i. M. 36 : 40 μ), die ovale Form (i. M. 35 : 46 μ) ist seltener, und ist von 5 oder 6, seltener von 4 gewöhnlichen Epidermiszellen umgeben. Die ziemlich dickwandigen, schwertförmigen, geraden oder in ihrer oberen Hälfte gekrümmten, zugespitzten und mit Wärzchen besetzten Haare (Fig. VII, 2) sind oberseits seltener, unterseits dagegen häufiger, besonders auf den Nervenbahnen, zu finden und bergen grünlichen, plasmatischen Inhalt. Gewöhnlich

liegt ihre Länge bei 200 μ, um ihre Basalstellen sind meist 6 Epidermiszellen rosettenartig gruppiert.

Querschnitt (Blättchen). Kutikula dünn, fein gezähnelt und glatt überlaufend. Epidermisaußenwände oberseits etwas dicker als unterseits, am Rande und an den größeren Strängen noch besonders verstärkt. Unterhalb des Hauptnerven sind sie leicht nach außen vorgewölbt. Epidermiszellen im allgemeinem ziemlich flach und langgestreckt, durch das stellenweise Auftreten von nach aussen und nach dem Mesophyll zu vorgewölbten Zellen in ihrer Größe ziemlich wechselnd. In den Seitenwänden bemerkt man öfters ovale bis spitz-ovale, zierliche Porenkanäle, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur Epidermisaußenwand stehen. Die unter dem Hauptnerven gelegenen Zellen sind isodiametrisch, fast rund. Die Schließzellen liegen in gleicher Höhe mit der übrigen Epidermis. Die Haare sind mit schwach nach unten verschmälertem Basalteil in voller Tiefe der Epidermiszellen inseriert.

Palisaden teils stabförmig, teils gegabelt. Neben den an der Basis sich verjüngenden Armpalisaden sind auch kürzere, gedrungene, fast isodiametrische vorhanden. Bei allen reicht die Einfaltung aber höchstens bis zur Mitte, einen schmalen Zwischenraum freilassend. Die Höhe der an den Strängen unterbrochenen Palisadenschicht beträgt rund 40 μ und entspricht $^1/_7$ bis $^1/_6$ der Blattdicke. Der Rest des Mesophylls besteht aus einem 6reihigen, aus horizontal gestreckten Zellen zusammengesetzten Schwammgewebe, das, von der Fläche betrachtet, das übliche Bild eines Maschennetzes bietet. Die Intercellularen sind 3- bis 4mal so breit wie die Zellen. Die kollateralen Gefäßbündel sind durch die Chlorophyll führenden Markstrahlen und einen beiderseitigen Sklerenchymbelag ausgezeichnet und liegen in umfangreichen Ausbuchtungen der Blattunterseite. Die Sklerenchymscheiden bilden um das Gefäßbündel einen fast geschlossenen Ring, nur an den Seiten für 1 bis 3 Durchlaßzellen Raum lassend. Selbst in der Spitze des Blättchens ist der Faserbelag meist noch sehr stark entwickelt und übertrifft hier den bereits

reduzierten Holzteil erheblich an Umfang. Nur in einem Falle konnten wir bemerken, daß der Belag am Xylem in der Blattspitze verschwunden war. Der Mittelnerv ist weiterhin umschlossen von oberhalb 4 bis 5 Reihen, unterhalb von 6 Reihen großer, runder, in den Wänden schwach verdickter, parenchymatischer Zellen. Besonders die oberen Schichten dieses von farblosen Intercellularen durchsetzten Parenchyms enthalten grün gefärbtes Plasma. Nach der unteren Epidermis zu schließt sich dann noch ein aus etwas kleineren, rundlichen, teilweise grünen Inhalt bergenden Zellen bestehendes, einreihiges Kollenchym an, das nur in den der Epidermis zugekehrten Ecken verdickt ist.

Anwendung: Das Rhizom nebst Wurzeln der Pflanze ist in England und Amerika officinell (Rhizoma Cimicifugae oder Radix Actaeae racemosae) und dient als Tonicum, Alternativum, Emmenagogum, Nervinum, Antispasmodicum, Antipyreticum, Sedativum. Ferner als Mittel gegen Rheumatismus, Asthma, Brustleiden, Lungenschwindsucht, Fieber, Wassersucht, Hysterie, Chorea, neuralgische Krämpfe und Amenorrhoe. Frisch zerquetscht wird das Rhizom in Amerika gegen den Biß der Klapperschlange aufgelegt.

Charakteristische Merkmale für Cimicifuga racemosa Nuttal.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits stark ausgebuchtet (oberseits eigenartig), regelmäßig mit Kutikularfaltung und -wärzchen belegt. Knötchenförmige Verdickungen nur in den Zellen der Unterseite regelmäßig vorkommend. Zellkerne beider Epidermen rund; grün gefärbtes Plasma.
3. Stomata nur unterseits, nicht vorgewölbt, meist annähernd rund, seltener oval. Strahlige Kutikularfaltung.
4. Einreihige, einfache und gegabelte Palisaden, ziemlich niedrig und nur $^1/_6$ bis $^1/_7$ der Blattdicke ausmachend. An den größeren Rippen unterbrochen.

5. Schwammgewebe auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild netzartig zusammengeschlossen.
6. Kollaterale Gefäßbündel, ober- und unterhalb starke Sklerenchymscheide. Das übrige Füllgewebe im wesentlichen Parenchym mit Intercellularen, nur an der unteren Epidermis eine Reihe einseitig verdickten Kollenchyms.
7. Mäßig dickwandige, gerade oder gekrümmte, zugespitzte, warzig kutinisierte Haare, besonders unterseits auf den Nervenbahnen.

Aquilegia.

Aquilegia vulgaris L.

30 bis 60 cm hoher Stengel mit einer Anzahl langgestielter, doppelt 3zähliger Basalblätter. Blättchen dreilappig, grob gekerbt und rundlich gelappt, unterseits flaumhaarig. Stengelblätter kurzgestielt oder sitzend, kleiner, 3- bis 5lappig, mit länglich-lanzettlichen, stumpfen Lappen.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite wellig-polygonal, ohne Sonderverdickungen und mit zerstreuten, aber regelmäßig auftretenden Wärzchen besetzt. Nach der Blattbasis zu treten die geraden Wände der polyedrischen Zellen noch mehr in den Vordergrund, jedoch ist jeweils mindestens eine Zellwand noch schwach gewellt. Über den Rippen langgestreckte, geradwandige, an den Schmalseiten spitzwinkelig oder rechteckig endigende Zellen. Epidermiszellen der Unterseite in ihrem Gesamteindruck von ähnlichem Aussehen wie oberseits, jedoch zeigen die kleinen, übrigens auch zahlreicheren Ausbuchtungen eine zackige Form, und am Ende der Zacken fast stets eine knöpfchenartig erscheinende, stärker lichtbrechende Verdickungsleiste. Ferner sind in die Seitenwände oft einzelne, zerstreute oder perlschnurartig folgende Porenkanäle eingesetzt. Epidermiszellen über den Strängen vom gleichen Typ wie oberseits. Auch auf der Unterseite sind die Außenwände in regelmäßiger Verteilung mit Wärzchen besetzt. Beide Epidermen sind reich an einem in

Äther löslichen Wachs. Inhalt der Zellen beider Epidermen farblos. — Spaltöffnungen 30 : 37 μ im Durchschnitt groß und meist von 4, seltener von 3 oder 5 der gewöhnlichen Epidermiszellen umstellt. — Zahlreiche bandförmige, in ihrer Länge sehr wechselnde, abstehende, gerade, seltener etwas gebogene, fingerförmig endigende, nur mäßig in der Wandung verdickte, oft mit Wärzchen besetzte, einzellige Haare trifft man überall auf der Unterseite (Fig. VII, 3). Ihre Länge schwankt zwischen 150 bis 750 μ, ihre Breite in der Nähe der Basis zwischen 13 und 15 μ. Die ein Haar umgebenden Epidermiszellen sind häufig rosettenartig angeordnet. — Goffart (Lit. 9) beschreibt außer diesen Haaren noch kurze, dünnwandige, nagelförmige (poils claviformes) für A. vulgaris. Es ist uns nicht gelungen diese zweite Haarform aufzufinden.

Querschnitt (Blättchen). — Glatt überlaufende, mit Wärzchen besetzte Kutikula. Außenwände der Epidermiszellen oberseits etwas stärker als unterseits, am Blattrande und an den größeren Strängen noch besonders verstärkt, im Gebiet der weichen Lamina oft papillös vorgewölbt, und zwar oberseits stärker als unterseits. Epidermiszellen an den größeren Rippen weniger vorgewölbt, isodiametrisch und gedrungen. In der übrigen Lamina herrscht starker Wechsel zwischen isodiametrischen und längsgestreckten Epidermiszellen, von denen namentlich die der Unterseite in ihren Seitenwänden eine feine Tüpfelung zeigen. — Die Schließzellen sind nur wenig vorgewölbt und etwa halb so hoch wie die benachbarten Epidermiszellen. Die Haare sind mit rundlichem oder mehr birnenförmigem Basalteil in voller Tiefe der Epidermis eingesenkt.

Palisadengewebe 2reihig, mit kleinen, zerstreuten Zwischenräumen, an den größeren Rippen unterbrochen. Die stabförmigen Palisadenzellen, bei einer mittleren Höhe von 24 μ und Breite von 11 μ einen gedrungenen Eindruck machend, erreichen mit ihren beiden Schichten $^1/_4$ der Blattdicke. Im Gegensatz hierzu steht die Angabe Goffarts (Lit. 9), daß die Palisadenschichten etwa die Hälfte

der Blattdicke einnähmen. Eine derartig kräftige Entwicklung konnten wir bei den von uns untersuchten Blättern nicht feststellen. Gut ausgebildete Sammelzellen vermitteln den Übergang zu dem 4- bis 6reihigen horizontal gestreckten und in dieser Richtung oft auch dichotom verzweigten Schwammparenchym. Von der Fläche betrachtet zeigen seine verzweigten Zellen netzartigen Zusammenschluß. — Die Mittelrippe des Blättchens weist folgende Gewebsschichten auf: Obere Epidermis, 6reihiges, kleinzelliges Parenchym ohne Intercellularen, kollaterales Gefäßbündel, 3- bis 4reihiges Gewebe aus größeren, parenchymatischen Zellen ohne Intercellularen, 3reihiges, in den Ecken verdicktes Kollenchym ebenfalls ohne Intercellularen, untere Epidermis. Kollenchym- und Parenchymzellen enthalten nur hier und da kleinere Mengen grün gefärbten Plasmas.

Anwendung: Die Wurzeln, das Kraut, die Blüten und Samen der Planze erfreuten sich früher eines Rufes als Heilmittel gegen Skorbut und Ikterus und als Wundmittel und Diaphoretikum. — Die Samen sind auch heute noch im Handel und finden Verwendung bei Hautausschlägen der Kinder und bei Gelbsucht.

Charakteristische Merkmale für Aquilegia vulgaris L.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen oberseits wellig-polygonal ohne partielle Verdickungen, unterseits spitz-buchtig-polygonal mit Knötchenverdickungen. Auf dem Querschnitt beiderseits oft papillös vorgewölbt und in ihrer Größe wechselnd; Außenwände mit Wärzchen besetzt. Inhalt stets farblos. Kutikula reich an Wachs.
3. Stomata unterseits.
4. 2-reihiges Gewebe stabförmiger Palisaden, an den größeren Strängen unterbrochen.
5. Schwammgewebe auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, Zellen oft gegabelt; auf dem Flächenbild netzartig zusammengeschlossen.

6. Kollaterale Gefäßbündel ohne Faserbelag, eingebettet vorwiegend in ein von Intercellularen freies Parenchym. Kollenchym tritt zurück.
7. Einzellige, mäßig verdickte, bandförmige, längere und kürzere, abstehende, meist gerade, fingerförmig endigende Haare mit und ohne Kutikularwärzchen; überall zahlreich auf der Blattunterseite.

Delphinium.

Delphinium staphisagria L.

30 bis 100 cm hoher, meist einfacher Stengel, der locker mit gestielten, handförmig 5-spaltigen, behaarten Blättern besetzt ist. Blattabschnitte 3-spaltig oder ganz, lanzettlich und zugespitzt.

Ergänzendes Material: Herbarium des botanischen Instituts in München (aus Spanien stammend).

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite wellig-buchtig ohne partielle Verdickungen, in der Umgebung der Trichome zuweilen fächerförmig angeordnet und mit radial gerichteter, schwacher Kutikularfaltung versehen, über den Strängen langgestreckt. Zellkerne oval oder rund, ab und zu mit Chloroplasten besetzt und in grün gefärbtem Plasma liegend. Diese Erscheinung, die wir bei den zygomorph blühenden Ranunculaceen wiederholt bemerkten, werden wir in der Folge nach dem Vorschlag von G. Senn (Lit. 29) als Karyostrophe bezeichnen. Stomata nicht vorhanden. Haare in 2 Hauptformen. Mäßig verdickte, schlanke, gerade oder (oft in halber Höhe) abgebogene, spitz oder mehr fingerförmig endigende Haare und ferner dünnwandige, unten mehr oder weniger bauchig erweiterte, rasch in einen langen, dünnen Endteil übergehende, meist gerade, seltener im schlauchförmigen Teil schwach gebogene, fingerförmig endigende, mitunter kollabierte Haare mit grünlichem, plasmatischen Inhalt (Fig. VII, 4 und 5). Auf jungen Blättern fanden wir, besonders ober- und unterhalb ihrer Hauptrippen, noch eine Übergangsform zu dem an zweiter Stelle beschriebenen Haar. Die körperlichen Gegensätze zwischen Basal- und

Endteil treten hier noch nicht so stark hervor, und letzterer ist öfters zuletzt kopfig erweitert (Fig. VII, 6). Die Haarformen kommen auf der Oberseite der Spreite überall vor, wobei Nervenrinnen und Blattrand bevorzugte Standorte sind. Die Länge der schlanken Haare bewegt sich zwischen 200 bis 400 μ, die Mehrzahl hat eine mittlere Länge von 335 μ. Für das bauchige Haar beträgt der Mittelwert 345 μ (280 bis 500 μ).

Untere Epidermiszellen wellig-buchtig. Zellwände im allgemeinen gleichmäßig, nur ab und zu sind die Gipfel der Bögen etwas verdickt. Ziemlich regelmäßig treten dagegen knötchenförmige Verdickungen in der Nähe der Pole der Stomata auf. Inhalt grünlich gefärbtes Plasma mit runden Zellkernen und zerstreuten Chloroplasten, die in der Regel auch Karyostrophe zeigen. Die Spaltöffnungen, die sich auch gepaart finden, d. h. zwei Spaltöffnungen liegen so dicht aneinander, daß sie sich mit ihren Längsseiten berühren, sind ziemlich gut in Längsrichtung des Blattsegmentes ausgerichtet und meist von 4, seltener von 3 oder 5 gewöhnlichen Oberhautzellen eingeschlossen. Ihre Breite liegt bei 40, ihre Länge bei 55 μ im Durchschnitt. — Die Behaarung gleicht der der Oberseite, jedoch zeigt sich gelegentlich eine noch kräftigere Entwicklung beider Typen. Die Länge der schlanken Haare liegt im Mittel bei 315 μ (185 bis 1200 μ), die der bauchigen Haare bei 403 μ (310 bis 760 μ).

Querschnitt (durch den mittleren Blattabschnitt). Kutikula dünn und glatt über die Epidermis laufend. Außenwände der oberen Epidermiszellen etwas dicker als die der unteren, am Blattrande noch besonders verstärkt. Epidermiszellen leicht vorgewölbt, längsgestreckt oder rundlich, in ihrer Höhe häufig wechselnd, unterhalb des Mittelnerven fast isodiametrisch. Schließzellen leicht vorgewölbt und meist nur die halbe Tiefe der benachbarten Oberhautzellen erreichend. In gleicher Tiefe sind die Trichome mit stumpf- oder spitzdreikantigem Bulbus inseriert.

Einreihiges Gewebe wohlausgebildeter einfacher und gegabelter Palisaden, an den größeren Strängen unterbrochen. Zwischen den einzelnen Zellen sowohl, als auch

zwischen den Armen der gegabelten Zellen, deren Einfaltung etwa $^1/_3$ der Gesamtlänge erreicht, schmale Lücken. Die durchschnittliche Höhe des Gewebes von 115 μ kommt etwa $^2/_7$ der Gesamtdicke des Blattes gleich. — Die oft dichotom verzweigten Zellen des sehr lockeren Schwammgewebes sind horizontal gestreckt, erweisen sich von der Fläche gesehen als mehrfach verzweigt und als netzartig zusammengeschlossen. Die Interzellularen sind meist 3- bis 4-mal so breit wie die sie umgebenden Zellen. — Die kollateralen Gefäßbündel sind von einem umfangreichen, Intercellularen führenden Parenchymgewebe umschlossen, nur an der unteren Epidermis liegt ein einreihiges Kollenchym, dessen Ecken teils verdickt sind, teils kleine Intercellularen aufzeigen. Dieses Kollenchym und auch das Parenchym enthalten vielfach Chlorophyll, in dem mit Chloraljod Stärke nachweisbar ist.

Anwendung: Die Samen der Pflanze sind als Semen Staphidis agriae in Belgien, England, Griechenland, Niederland, Amerika, Rumänien, Frankreich und Portugal officinell. In Deutschland waren sie früher als Drasticum, Emeticum und Wurmmittel gebräuchlich und ebenfalls offizinell. Zur Zeit haben sie noch einige Bedeutung als Ungeziefermittel und Antineuralgicum. Auch das Öl der Samen wird als Insecticidum und gegen Prurigo senilis gebraucht.

Delphinium consolida L.

Ästiges, etwa 30 cm hohes Kraut mit kurzgestielten, doppelt-fiederspaltigen, fein behaarten Blättern. Blattabschnitte schmal-linealisch, spitz.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Ober- und Unterseite wie bei D. staphisagria, jedoch stets ohne Sonderverdickungen der Zellwände, ohne Kutikularfaltung und nach dem Blattrande zu in längsgestreckte, wellig-buchtige Zellen übergehend. Zellkerne sind nicht erkennbar. Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten, und zwar unterseits reichlicher, messen im Durchschnitt 35 : 45 μ, sind in Richtung des Mittelnerven ausgerichtet

und von 4 oder 5 Epidermiszellen umstellt. Im Widerspruch hierzu steht die Angabe von Solereder (Lit. 31, S. 1), daß bei Gattung Delphinium nur unterseits Spaltöffnungen vorkommen. Auf beiden Epidermen sind einzig feinwarzig kutinisierte, zugespitzte, nach der Basis zu mit konkaven Wandungen sich verbreiternde und allmählich starkwandig werdende Haare, die in der großen Mehrzahl nach der Spitze des Blattsegmentes zu gekrümmt und nur seltener steif aufrecht stehen, überall reichlich vorhanden (Fig. VII, 7). Ihre Länge schwankt zwischen 115 und 385 μ, meist liegt sie bei 175 bis 180 μ. Unsere Erwartung, die bei der vorigen Spezies beobachteten, bauchigen Haare wiederum aufzufinden, fand keine Bestätigung. Diese sehr zartwandigen, zuweilen kollabierten Gebilde waren nicht feststellbar (Drogenmaterial).

Querschnitt (Blattsegment). Die Epidermiszellen sind im allgemeinen gleichmäßiger in ihrer Form, längsgestreckt und öfters, besonders auf der Unterseite des Blattes, papillenartig vorgewölbt. Die ober- und unterhalb der Gefäßbündel liegenden Epidermiszellen sind nicht wesentlich von den übrigen verschieden. Einreihige, an den Strängen nicht unterbrochene, am Blattrande weit nach der Unterseite herumgreifende Schicht stabförmiger Palisaden. Mit einer mittleren Höhe von 53 μ erreicht die Palisadenschicht reichlich $^1/_3$ der Blattdicke. Nach Solederer (Lit. 30, S. 17) ist das Blatt von D. consolida als zentrisch anzusehen. Wir können uns dieser Ansicht nicht anschließen, da nach unseren Untersuchungen die Palisadenschicht, die zwar ziemlich weit am Blattrande herumgreifen kann, doch nicht auf der gesamten Unterseite der Lamina feststellbar ist. Es liegen ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie schon bei Gattung Nigella kennen lernten. Eine weitere Ähnlichkeit mit dem Blattbau dieser Gattung besteht darin, daß die Palisadenschicht in den Fiederabschnitten über dem Mittelnerven nicht unterbrochen ist, in den Fiedern 1. Ordnung hier aber eine Unterbrechung erfährt.

Das von der Fläche gesehene Schwammgewebe weist Intercellularen auf, die dem 3fachen Durchmesser der Zellenbreite gleichkommen. — Die kollateralen Gefäßbündel zeigen weder Kollenchym- noch Faserbelag und liegen in einer nur unbedeutenden Ausbuchtung des Mesophylls. Das parenchymatische Einbettungsgewebe geht oben in die Palisadenschicht, unten in die Struktur des Schwammgewebes über.

Anwendung: Die Blüten der Pflanze (Flores Calcatrippae) sind bereits seit dem Mittelalter ein geschätztes Wund- und Heilmittel, Anthelminticum, Aperitivum, Diureticum und Antiasthmaticum. Auch bei Krampfhusten und zur Bereitung von Augenwässern finden sie Verwendung. Das blühende Kraut ist als Herba Consolidae regalis (= Herba Calcatrippae) in Portugal officinell und dient als harntreibendes Mittel. — Speziell die Samen der Pflanze wurden früher zur Bereitung einer gegen Krampfhusten wirksamen Tinktur herangezogen.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig, chlorophyllhaltig.
3. Stomata oval, in Richtung des Mittelnerven orientiert, etwas vorgewölbt.
4. Einreihiges Palisadengewebe, etwa $^1/_3$ so hoch wie die Blattdicke.
5. Zellen des Schwammparenchyms auf dem Querschnitt horizontal gestreckt und verzweigt, auf dem Flächenbild verzweigt und netzartig verbunden.
6. Kollaterale Gefäßbündel ohne Faserbelag, eingebettet überwiegend in Parenchym.
7. Trichome beiderseits, einzellig.

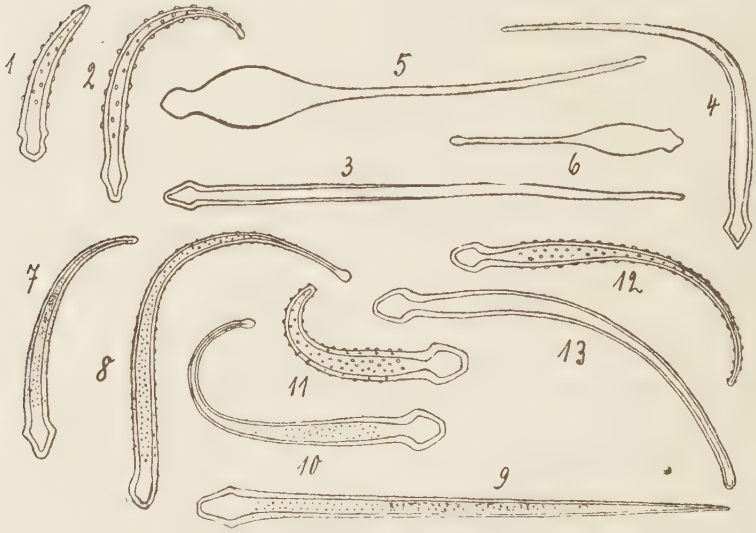
Differenzierung der Arten.

1. Schlanke, konisch zugespitzte, mäßig dickwandige und ferner unten bauchige, oben in einen dünnen, parallelwandigen Schlauch ausgezogene, zartwandige Haare ohne Wärzchen. — Epidermiszellen der Unter-

seite mit knötchenförmigen Verdickungen. Stomata nur unterseits. — Palisaden stabförmig und oben gegabelt. Unterhalb der größeren Stränge subepidermales, einreihiges Kollenchym.

Delphinium staphisagria L.

2. Schlanke, zugespitzte, in Basisnähe konkavwandige, feinwarzige Haare. Epidermiszellen der Unterseite glattwandig. Stomata beiderseits. — Palisaden stab-



Tafel VII.

1. Coptis trifoliata Salisb., 75—110 μ
2. Cimicifuga racemosa Nutt., etwa 200 μ
3. Aquilegia vulgaris L., 150—750 μ
4. Delphinium staphisagria L., 185—1200 μ
5. „ „ 280—760 μ
6. „ „ Übergangsform zu 5
7. Delphinium consolida L., 115—385 μ
8. Aconitum napellus L., 280—420 μ
9. „ lycoctonum L., 215—1270 μ
10. „ paniculatum Lam., 185—360 μ
11. „ uncinatum L., 110—180 μ
12. „ Fischeri Rchb., 185—390 μ
13. „ ferox Wallich, etwa 310 μ

förmig. Gefäßbündel lediglich in Parenchym eingebettet.

Delphinium consolida L.

Aconitum.

Aconitum napellus L.

Synonyma: Aconitum vulgare DC., Aconitum Koelleanum Reichb., Aconitum neomontanum Koelle, Aconitum pyramidale Miller, Aconitum strictum Bernh. und andere.

Bis 1 m hohe Staude mit 8 bis 10 cm im Durchmesser erreichenden, fast kahlen, oberseits glänzenddunkelgrünen, unterseits helleren Blättern. Man unterscheidet an ihnen 5 bis 7 Lappen, die weiter 2- bis 3fach lappig zerteilt sind. Die letzten Segmente sind 1 bis 4 cm breit, lanzettlich, spitz, mitunter sichelförmig.

Mikroskop. Flächenbild. Das Blatt bietet mit beiden Flächenbildern wiederum ein gutes Beispiel für unsere Beobachtung, daß bei den Epidermiszellen der Ranunculaceen der Grad der Wellung der Seitenwände nach der Blattbasis zu oft beträchtlich abnimmt, sodaß man hier einen mehr polygonalen Zellenbau antrifft.

Epidermiszellen der Oberseite in der unteren Hälfte des Blattes mehr oder weniger wellig-polygonal, in der oberen Hälfte wellig-buchtig, in den Wandungen gleichmäßig verdickt. Über den Nerven längsgestreckte Zellen mit oder ohne Kutikularfaltung. Inhalt grün gefärbtes Protoplasma mit ovalen oder spindelförmigen Zellkernen.

Untere Epidermiszellen am Blattrande und in der unteren Hälfte der Spreite mehr oder weniger welligpolygonal und hier in den mäßig starken Seitenwänden perlschnurartig verdickt, in der oberen Hälfte wellig-buchtig und in den Wandungen gleichmäßiger verdickt. Die perlschnurartigen Verdickungen sind dort, wo sie zahlreich vorhanden sind, stark ausgeprägt und gehen oft in knotenartige Erweiterungen über, die aber nicht wie die durch Membranfaltung entstandenen, knötchenförmigen Verdickungen (vergl. Paeonia corallina, Helleborus foetidus u. a.) die Nähe der Stomata bevorzugen. Die Unterschiede in

dem Grade der Wellung und in der Art der Wandverdickungen gehen ganz allmählich in einander über, sodaß man in der Mitte des Blattes z. B. stets auch eine Zone von buchtigen Zellen mit perlschnurartigen Verdickungen antreffen wird. Über den Strängen und in deren näherer Umgebung längstgestreckte Zellen mit schwach gewellten Seitenwänden. An den Basalstellen der unterseits selteneren Haare kann man nur zuweilen fächerförmige Anordnung der umgebenden Epidermiszellen feststellen. Inhalt grün gefärbtes Protoplasma mit runden Zellkernen und Chloroplasten, die öfters in Karyostrophe (Senn) stehen.

Stomata rundlich, mitunter je 2 mit ihren Längsseiten dicht aneinander liegend, nicht in einer bestimmten Richtung orientiert, i. M. 43 : 47 μ groß und von 4 oder 5, seltener von 3 oder 6 Oberhautzellen eingeschlossen. Die von Kurer (Lit. 17, S. 91) angegebene Beobachtung von polar gestellter, strahliger Kutikularfaltung an den Spaltöffnungen, die auch in das Handbuch von Tschirch (Lit. 34) Eingang gefunden hat, konnten wir bei unserm Material (verschiedener Herkunft) nicht bestätigen. Auch Vogl (Lit. 37, Tafel 16, II, c) bringt in seiner Abbildung keinerlei Andeutung einer solchen Faltung. Zum mindesten muß gesagt werden, daß Kutikularfaltung an den Spaltöffnungen nicht konstant ist, was übrigens auch für die von Kurer auf den Nervenbahnen beobachteten Kutikularleisten gilt. Einzellige, pfriemliche, gekrümmte, feinkörnig kutinisierte oder glatte, in den Wandungen mäßig verdickte, am Ende knopfartig angeschwollene Haare finden sich auf beiden Seiten vereinzelt in der Lamina und am Rande (Fig. VII, 8). Etwas häufiger trifft man sie oberseits über den größeren Rippen an. Die Haare, deren knopfartiger Endteil nicht selten abgebrochen ist, sind bis zu halber Höhe mit grünlich gefärbtem Plasma erfüllt und meist etwa 330 μ lang (Min. 280, Max. 420 μ). Auch über die Behaarung finden sich im einschlägigen Schrifttum einander widersprechende Angaben. Kurer und Tschirch (l. c.) sowie Lemaire (Lit. 18) bezeichnen das Blatt von A. napellus L. als frei von Haaren, Goffart (Lit. 9) hat gleiche Haare nur auf

den Nervenbahnen der Unterseite und am Blattrande gefunden, während Mitlacher (Lit. 22) außer kegelförmigen Haaren auch noch selten vorkommende, keulige angibt. — Wir haben ober- und unterseits stets nur den oben beschriebenen Haartyp auffinden können.

Querschnitt. Kutikula glatt überlaufend, ober- und unterhalb des Mittelnerven und auf den Spitzen der unterseitigen, in der Nähe der Rippen 1. Ordnung liegenden Gewebefaltungen fein gezähnelt. — Außenwände der Epidermiszellen im allgemeinen mäßig verdickt, nur an dem beträchtlich nach unten umgebogenen Blattrande wesentlich stärker. Hier sowohl als auch bei den Zellen der Oberseite sind sie oft papillös vorgewölbt. Die Epidermiszellen haben im allgemeinen eine längsgestreckte Form, nur ab und zu sind isodiametrische eingereiht. Regelmäßig trifft man letztere Zellform, jedoch kleineren Maßstabes, ober- und unterhalb des Hauptnerven an. Eine eigenartige Erscheinung präsentiert sich in den von größeren Partien der Epidermiszellschicht gebildeten, ansehnlichen Gewebefaltungen, wie sie namentlich unter den größeren Seitenrippen auftreten. Diese Ausstülpungen haben meist gekrümmte, konische oder auch keulenförmige Gestalt und werden nur von einer Reihe von Epidermiszellen gebildet, Schwammparenchym ist nicht mit eingefaltet. Man wird nicht fehl gehen, wenn man in dieser Erscheinung außer einer ungleichmäßigen Gewebeschrumpfung auch eine sehr leichte Ablösbarkeit der unteren Epidermis dokumentiert sieht. — Die Schließzellen sind leicht vorgewölbt; die Trichome mit kräftigem, rhomboiden Bulbus in $^1/_2$ bis $^2/_3$ Tiefe der Epidermiszellen inseriert.

Das einreihige, an den größeren Strängen unterbrochene Palisadengewebe besteht nicht durchgehends aus Armpalisaden, die relativ kurzarmig sind und alle möglichen, unregelmäßigen Übergangsformen zeigen, auch stabförmige sind mehrfach vorhanden. Mit einer mittleren Höhe von 88 μ erreichen die Palisaden etwa $^1/_4$ der Blattdicke. — Nach Flückiger (Lit. 7) zeigt der Querschnitt zu gleichen Teilen Palisadengewebe und sehr weitmaschiges Schwamm-

parenchym. Lemaire (Lit. 18) beschreibt lediglich große, cylindrische Palisadenzellen und Vogl (Lit. 36 und 37, Tafel 16, II, a) läßt gleichfalls Angaben über gegabelte Palisaden vermissen. Nach unserem Befund sind die differenzierten Palisaden in der Mehrzahl vorhanden, sie erreichen aber ebensowenig wie die cylindrischen die von Flückiger angegebene, relative Höhe. — Die Schwammparenchymzellen sind in meist 7 Schichten vorhanden und rechtwinkelig zu den Palisaden gestreckt. In der Nähe der Palisaden ziemlich dicht gestellt, findet nach der Unterseite zu allmählich eine beträchtliche Auflockerung des Gewebes statt. Letzteres zeigt, von der Fläche betrachtet, den üblichen netzartigen Bau, dessen polygonale Zwischenräume 3- bis 4mal so breit sind wie die umgebenden Zellen. — Am Hauptnerven sind folgende Gewebselemente zu unterscheiden. Obere, an Chlorophyll reiche Epidermiszellen; großzelliges, in den Ecken verdicktes Kollenchym; kleinzelliges Kollenchym mit winzigen Intercellularen; 2- bis 3reihiges, das Gefäßbündel rings umscheidendes Parenchym; Holzteil mit grünen, parenchymatischen Zellen durchsetzt; Siebteil nach unten zu gut abgesetzt; 2- bis 3reihiges Parenchym; umfangreiches, zunächst Intercellularen führendes, dann in den Eken stets verdicktes Kollenchym; untere, chlorophyllreiche Epidermis. In den teilweise grünen Zellen des Parenchyms und Kollenchyms lässt sich mit Chloraljod Stärke nachweisen.

Anwendung: Die Blätter (Folia Aconiti), die als Droge nicht älter als ein Jahr werden sollen, sind in Spanien, Portugal und Frankreich officinell. Auch in Deutschland, wo sie eher in medizinischem Gebrauch waren als die Akonitknollen, waren sie früher officinell, und auch heute noch ist das blühende Kraut als Herba Aconiti napelli in foliis cum floribus dort im Handel. — Die Wurzelknollen der Pflanze (Tubera Aconiti) sind in der Schweiz, in Deutschland, Belgien, Finnland, Griechenland, Niederland, Rußland, England, Japan, Amerika, Italien, Spanien, Portugal und Rumänien officinell. — Die Blätter werden seltener an Stelle der Knollen, die gegen Pleuritis,

Pneumonie, Gicht, Rheumatismus, Ischias, Neuralgien, Neurosen, als Narkotikum und zur Herabsetzung von Temperatur und Puls angewandt werden, benutzt. Zur Bereitung der homöopathischen Arzneimittel wird das frische Kraut herangezogen. — Ein großer Teil der Knollen wird zur Gewinnung von Aconitin verarbeitet.

Aconitum lycoctonum L.

Synonyma: Aconitum strictissimum Reichb., A. thelyphonum Reichb., A. vulparia Reichb., A. pyrenaicum Koelle, A. strictum Willd., A. toxicarium Salisb. u. a.

Die oft über 1 m hohen Stengel sind mit langgestielten, handförmigen, 3- bis 7spaltigen, behaarten Blättern besetzt. Abschnitte keilförmig-lanzettlich mit meist 3spaltigen, gezähnten Zipfeln.

Mikroskop. Flächenbild. Inhalt der oberseitigen Epidermiszellen Chlorophyll mit stets runden Zellkernen, bei denen man hier und da Karyostrophe der Chloroplasten bemerkt. Die über den Rippen gelegenen Epidermiszellen zeigen keine Kutikularleisten. Seitenwände der unteren Epidermiszellen schwach und fast gleichmäßig verdickt, ohne Porenkanäle und knotenartige Verdickungen. Umrisse der Zellen mehr oder weniger buchtig-sternförmig. Zellkerne rund und regelmäßig mit Chloroplasten besetzt (Karyostrophe). Stomata stets einzeln, sehr verschieden groß und meist von 3, 4 oder 5, seltener von 2 oder 6 Epidermiszellen umgeben. Zwischen Spaltöffnungen von 35 μ Breite und 34 μ Länge und solchen von 44 μ Breite und 47 μ Länge sind zahlreiche Übergangsformen und -größen zu bemerken. Als Grundform scheint die kreisrunde vorzuliegen. — Die Haare sind denen von A. napellus ähnlich, jedoch auf beiden Epidermen reichlicher, gerade oder sichelförmig, im allgemeinen bedeutend größer, feinkörnig kutinisiert und am Ende gleichmäßig zugespitzt (Fig. VII, 9). Die mäßig verdickten Wandungen zeigen gelbliche Tönung, und der reichlich vorhandene, grünliche, plasmatische Inhalt ist bei Läsion der Haare stets in Massen in die Umgebung ausgetreten. — Über Verteilung

Form und Größe der Haare auf der Ober- und Unterseite kann gesagt werden, daß sie unten überall zahlreicher, häufiger sichelförmig und in der Mehrzahl 620 bis 1000 μ (Min. 265, Max. 1270 μ) lang sind, oben dagegen häufiger nur am Blattrande und über den größeren Rippen meist in gerader Form und meist in einer Länge von 310 bis 465 μ (Min. 215, Max. 600 μ) angetroffen werden. Bei den oberseits in der weichen Lamina stehenden Haaren bemerkt man regelmäßig rosettenartige Anordnung der umgebenden Epidermiszellen.

Querschnitt. Nicht nur die oberen, sondern auch die unteren Epidermiszellen sind häufiger papillös vorgewölbt, an dem Hauptnerven sind sie ober- und unterseits rechteckig gestreckt und zwar so aufgestellt, daß ihr größerer Durchmesser in Richtung der Palisaden orientiert ist. Die bei A. napellus beschriebenen, sackartigen Faltungen der unteren Epidermiszellen an den Seitennerven 1. Ordnung sind hier nicht vorhanden; ferner ist der Blattrand nur schwach nach unten umgebogen. — Die Schließzellen sind in etwa halber Tiefe der Epidermiszellen inseriert; die sich anschließenden Atemhöhlen sind verhältnismäßig klein. Die Haare sind bis zu $^3/_4$ der Tiefe der Epidermis eingesenkt mit einem Basalteil, der unten stumpfer als bei A. napellus erscheint. Lemaire (Lit. 18) beschreibt die Haare als an der Epidermis eingeschnürt. Diesen Befund konnten wir an unserem Material nicht bestätigen. Die teils zylindrischen, teils kurzarmigen Palisaden erreichen mit durchschnittlich 85 μ Länge $^1/_4$ der Blattdicke. Schwammgewebe 7- bis 8schichtig, auf dem Flächenbild der übliche, netzartige Bau, in dem die Zwischenräume das 4- bis 5fache der Zellenbreite erreichen. Der anatomische Befund an der Mittelrippe weicht gleichfalls etwas ab. Den oberen, chlorophyllreichen Epidermiszellen schließen sich 5 bis 6 Reihen eines kleinzelligen, in den Ecken verdickten Kollenchyms an, das, allmählich auf 3 Reihen reduziert, an den Seiten des Gefäßbündels herumgreift. Dann folgen der Holzteil mit dem von grün gefärbtem Plasma erfüllten Holzparenchym, der nach unten gut ab-

gegrenzte Siebteil, ein 3reihiges, kleinzelliges, in den Ecken verdicktes und ein 3reihiges, in den Ecken Intercellularen führendes Kollenchym aus sehr großen, runden, mäßig dickwandigen Zellen und endlich ein 1reihiges, durch seine starken Wandungen auffallendes, in den Ecken verdicktes Kollenchym. Durch letzteres wird der Anschluß an die chlorophyllreiche, untere Epidermis hergestellt. In dem grünlichen Inhalt der Zellen des kleinkalibrigen Kollenchyms ist mit Chloraljod hier und da Stärke nachweisbar.

Anwendung: Die ganze Pflanze war früher als Herba et radix Aconiti lutei in arzneilichem Gebrauch. Die Blätter kommen heute als Verwechslung oder Verfälschung von Folia Aconiti napelli in Frage. Die im Großhandel erhältlichen Rhizome nebst Wurzeln (A. lycoctonum besitzt keine Knollen) dienen zur fabrikmäßigen Darstellung der Alkaloide Lycaconitin und Myoctonin und zur Vertilgung von Wölfen und Nagetieren.

Aconitum paniculatum Lamarck.

Synonyma: A. cernuum Wulfen, A. reflexum Reichb., A. flexicaule Hoppe und Hornschuh, u. a.

Das Blatt ist dem von A. napellus sehr ähnlich, nur sind die Segmente wesentlich schmaler, und deren mittelstes ist vorgezogen und vielfach gespalten.

Ergänzendes Material: Herbarium des botanischen Instituts in München (aus Tirol stammend).

Mikroskop. Flächenbild. Oberseitige Epidermiszellen auf der ganzen Spreite wellig-buchtig, am Rande mehr in die Länge gestreckt. Vereinzelt schwache Membranverdickung in den Gipfeln der Bögen. Über Haupt- und größeren Seitennerven langgestreckte, geradwandige, spitz- oder rechtwinkelig endigende Zellen mit schwacher Kutikularfaltung. Inhalt ab und zu etwas grün gefärbtes Plasma; Zellkerne nicht deutlich erkennbar.

Epidermiszellen der Unterseite den oberseitigen sehr ähnlich, jedoch mit tief wellig-buchtigen Seitenwänden. Inhalt Chlorophyll mit runden Zellkernen. Spaltöffnungen schwach oval-gestreckt, die kleineren meist 26 : 32 μ, die

größeren meist 33 : 40 μ groß und von 4, seltener von 3 oder 5 Epidermiszellen eingeschlossen. — Die Haare sind denen von A. napellus ähnlich, in den Wandungen mäßig verdickt, meist im letzten Drittel, mitunter auch schon unterhalb der Mitte sichelförmig abgebogen und in der Mehrzahl etwa 260 μ (185 bis 360 μ) lang (Fig. VII, 10). Der weitaus längste Teil der Haare ist kleinwarzig kutinisiert, nur in der Nähe der Epidermis sind sie glatt und hier nur selten verjüngt. Sie endigen meist in einem angeschwollenen Köpfchen, in dessen Umgebung man zuweilen ausgetretenen, plasmatischen Inhalt sieht. — Auf der Blattunterseite trifft man die Trichome auf den größeren Rippen und auf der übrigen Blattfläche nur selten an, und die in der weichen Lamina stehenden Haare sind mit einer strahlenförmig auf sie zulaufenden Kutikularfaltung versehen. Oberseits häufiger, bevorzugen sie den Blattrand und die Bahnen über den größeren Strängen.

Querschnitt. Der Blattrand ist zum Unterschied von A. napellus nur schwach nach unten gebogen, die eigenartigen, sackartigen Faltungen der unteren Epidermis kommen nirgends vor. Kutikula dünn und glatt, am Rande und unterhalb der größeren Stränge leicht geschlängelt. Epidermiszellen beiderseits flach mit langgestrecktem, in den Ecken abgerundeten Lumen. Unterhalb der größeren Nerven ebenfalls flach und längsgestreckt, oberhalb dagegen annähernd rund. Schließzellen mit gut entwickelten äußeren Hörnchen, fast gleich tief wie die übrigen Epidermiszellen, nicht vorgewölbt.

Das Palisadengewebe erreicht mit 70 μ durchschnittlicher Höhe $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Blattdicke. Die Weite der Zwischenräume des von der Fläche betrachteten Schwammgewebes macht das 2- bis 7fache der Zellenbreite aus, und zwar sind dabei die größeren Intercellularen in der Überzahl. — Das kollaterale Gefäßbündel der Mittelrippe ist in ein kleinzelliges, 5-reihiges und ein großzelliges Kollenchym, das unten aus 3, oben aus 2 Schichten besteht, eingebettet. In diesem Kollenchym bemerkt man nur hier und dort Intercellularen. Auffällig stark ist die

Verdickung der unmittelbar an die untere Epidermis angrenzenden Zellwände des Kollenchyms.

Anwendung: Die Knollen der Pflanze, die nur schwach wirkendes Pikroaconitin enthalten, werden für Tubera Aconiti napelli untergeschoben.

Aconitum uncinatum L.

Synonyma: A. japonicum Thunb., A. scandens Muhl., A. variegatum Hook., A. volubile Muhl.

Blätter gestielt mit 3 bis 5 nicht bis zum Blattgrund reichenden Abschnitten, in die nur wenige spitze Zipfel eingeschnitten sind.

Material: Herbarium des botanischen Instituts in Zürich (aus North Carolina, U. S. A. stammend).

Miskroskop. Flächenbild. Oberseitige Epidermiszellen stets polygonal, einzelne Seitenwände in jeder Zelle schwach geschweift. Die längsgestreckten Zellen über den Strängen zeigen schwache Kutikularleisten. Inhalt farblos; Zellkerne nicht erkennbar.

Grundform der unterseitigen Epidermiszellen gleichfalls polygonal, Seitenwände jedoch schwach wellig-buchtig. Über den Nerven längsgestreckte, recht- oder spitzwinkelig aneinanderschließende, in den Wandungen mäßig verdickte Zellen mit zahlreichen Porenkanälen und Kutikularfaltung. Andere Wandverdickungen sind, zum Unterschied von A. napellus, unterseits nicht vorhanden. Inhalt der Zellen farblos. — Die Stomata schwanken in ihrer Größe von 32 : 37 bis zu 40 : 47 μ und sind meist von 4 oder 5, seltener von 3, 6 oder 7 Epidermiszellen umstellt.

Haare denen von A. napellus ähnlich, gedrungen, in der Nähe der Epidermis glattwandig, im oberen Teil grobwarzig kutinisiert, abgebogen und fingerförmig endigend (Fig. VII, 11). Die gelblich getönten, nicht sehr starken und im größten Teile des einzelnen Haares ziemlich gleichmäßigen Wandverdickungen schwellen beim Eintritt in die Epidermis stark leistenförmig an. Auf der Blattoberseite kommen die Haare über den Nerven und auch sonst in der Lamina vor und weisen eine Länge von etwa 150 μ

auf (130 bis 175 μ). Auf der Unterseite bevorzugen sie die Blattrippen und schwanken in ihrer Länge zwischen 110 bis 180 μ. Die Mehrzahl zeigt auch hier eine Länge von etwa 150 μ.

Querschnitt. Die an Wachs reiche Kutikula ist ober- und unterhalb des Hauptnerven und am Blattrande fein gezähnelt. Die Epidermiszellen der Oberseite sind mit ihren Außenwänden nur wenig vorgewölbt und, verglichen mit den unteren Epidermiszellen, relativ viel größer als bei A. napellus. Die Zellen sind beiderseits im allgemeinen längsgestreckt, haben eigenartig hin- und hergebogene Seitenwände, die von der Fläche gesehen Verdickungen vortäuschen können, und bergen stets farblosen Inhalt. Die Schließzellen tragen gut ausgebildete Hörnchen, sind $^2/_3$ so hoch wie die anschließenden Epidermiszellen und treten aus deren Niveau nicht hervor. Die Trichome sind fast in voller Tiefe der Epidermis inseriert mit ziemlich breit endigendem Bulbus, in der Nähe der Epidermis sind sie fast unmerklich verjüngt, während sich das Lumen hier ziemlich verengert. Hierdurch wird die Ausbildung der bemerkenswert kräftigen, basalen Wandverdickung erreicht. Sackartige Ausstülpungen der unteren Epidermis kommen nicht vor.

Unter den im allgemeinen sehr dicht gestellten Palisaden sind Armpalisaden seltener zu bemerken. An ihren Längswänden weisen sie regelmäßig harmonikaartige, winzige Faltungen auf. Die Palisadenschicht erreicht mit einer mittleren Höhe von 95 μ $^1/_4$ der Blattdicke. Das Schwammgewebe ist auf dem Querschnitt 6- bis 7reihig, auf dem Flächenbild zeigt es Zwischenräume, die 2- bis 4mal so breit sind wie die umgebenden Zellen. Die eine mäßig große Ausbuchtung beschreibende Mittelrippe zeigt folgende Gewebsschichten. Obere Epidermis; 2reihiges, in den Ecken stark verdicktes und 2reihiges in den Ecken schwach verdicktes Kollenchym; kollaterales Gefäßbündel mit scharf abgegrenztem Siebteil; 5reihiges kleinzelliges, dünnwandiges, in den Ecken verdicktes und 3reihiges, großzelliges, starkwandiges, in den Ecken verdicktes Kol-

lenchym; untere Epidermis. — Das gänzliche Fehlen von Intercellularen im Kollenchym ist gegenüber den übrigen von uns untersuchten Aconitspecies von differentialdiagnostischem Wert.

Anwendung: Die Knollen des japanischen Eisenhutes, Kusanzaknollen, finden eine gleiche arzneiliche Verwendung wie die officinellen Tubera Aconiti und dienen zur Darstellung des Japaconitins.

Aconitum Fischeri Reichenbach.

Synonyma: A. columbianum Nutt., A. abbreviatum Langsd., A. autumnale Lindl., A. chinense Siebold, A. maximum Pall., A. napellus Thunb., A. nasutum Hook.

Blätter gestielt mit 3 bis 5 oder 7 nicht bis zum Blattgrund reichenden Ausschnitten, in die 2 bis 4 spitze Zipfel eingeschnitten sind. Die untere Hälfte der Abschnitte ist ganzrandig und geht keilförmig in den Blattstiel über.

Material: Herbarium des botanischen Instituts in Zürich (aus Idaho, U. S. A. stammend).

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite wellig-polygonal, an der Blattbasis fast geradwandig polygonal, über den Nerven längsgestreckte und ohne Kutikularfalten. Inhalt mit Chlorophyll.

Epidermiszellen der Unterseite im allgemeinen mit tief wellig-buchtigen, nicht besonders verdickten Seitenwänden, über den Nerven gestreckte, geradwandige, recht- oder spitzwinklig endigende Zellen mit Porenkanälen in den schwach verdickten Wänden. Inhalt mit Chlorophyll. Die schwach ovalen, nirgends paarweise auftretenden Stomata wechseln ihre Größe innerhalb der Maße von 32 : 36 und 40 : 45 μ und sind meist von 4, vereinzelt auch von 3 oder 5 Epidermiszellen eingeschlossen. Haare sind auf beiden Seiten der Blätter reichlich vorhanden, unterseits noch etwas zahlreicher. Fächerförmige Anordnung der die Basalstellen umgebenden Epidermiszellen, wie bei A. napellus, kommt nicht vor, dagegen zeigen diese Zellen stets eine schwache Kutikularfaltung. Die Trichome sind denen von A. uncinatum sehr ähnlich, endigen also in der Epidermis ebenfalls mit polsterartigen Verdickungen der Wände, sind

aber schlanker und mit 185 bis 390 μ durchgehends länger (Fig. VII, 12).

Querschnitt. Der Blattrand ist nur wenig nach unten umgebogen, sackartige Faltungen der unteren Epidermis kommen nicht vor.

Kutikula etwas stärker als bei A. napellus, am Blattrande und nahe den Trichomen fein geschlängelt. Die mehr oder weniger langgestreckten, in den Ecken abgerundeten Epidermiszellen sind nur über der Mittelrippe isodiametrisch, ihre Außenwände sind nirgends papillös vorgewölbt. Schließzellen etwa $^2/_3$ so hoch wie die anderen Epidermiszellen, ihr Lumen ist relativ umfangreich. Die Insertion der Haare gleicht der bei A. uncinatum. — Die Zahl der Armpalisaden tritt gegenüber der der cylindrischen Palisaden stark zurück. Die Arme der ersteren sind nur $^1/_4$ bis $^1/_5$ so lang wie die ganze Zelle und bis auf eine im Grunde der Einfaltung liegende, ösenförmige Intercellulare stark genähert. Die absolute Höhe der Palisadenschicht liegt bei etwa 90 μ und erreicht damit $^1/_3$ der Blattdicke. Der histologische Befund am Hauptnerven umfaßt obere Epidermis, 2- bis 3reihiges, kleinzelliges und 1reihiges, großzelliges, in den Wandungen stark verdicktes Kollenchym, kollaterales Gefäßbündel mit scharf abgegrenztem Siebteil, 2- bis 3reihiges, kleinzelliges und 4reihiges, großzelliges, starkwandiges Kollenchym mit vereinzelten Intercellularen, untere Epidermis. Einzelne Zellen des Kollenchyms mit grünlichem Inhalt.

Anwendung: Die Knollen der Pflanze (Kusanzaknollen) finden die gleiche arzneiliche Anwendung wie die officinellen Aconitknollen und werden fabrikmäßig auf Japaconitin verarbeitet. — Nach Makoshi (Lit. 20) haben die Eingeborenen von Hokkaido, Aïno genannt, seit Jahrhunderten die Tochterknollen von Buhsi, wie sie A. Fischeri Rchb. nennen, zur Herstellung von Pfeilgift verwendet. Die Pflanze ist ihnen als die giftigste der dortigen sechs Aconitumspecies wohl bekannt. — Die Benutzung dieses gefährlichen Giftes ist seit einigen Jahrzehnten verboten, da sich öfters Menschen damit tödlich verletzten.

Aconitum ferox Wallich.

Synonyma: Aconitum atrox Walp.

Behaarte, gestielte Blätter mit 5 größeren Abschnitten, von denen nur der mittlere durch zwei fast bis zum Grunde des Blattes führende Einschnitte isoliert ist. Die beiden anderen Einschnitte endigen etwa 2 cm vor Erreichung des Blattgrundes. Die vier seitlichen Abschnitte sind wiederum 2- bis 3mal bis auf $^1/_3$ ihrer Länge oder tiefer eingeschnitten, und die hierdurch entstandenen Segmente abermals in 4 bis 5 spitze Zipfel gespalten.

Material: Herbarium des botanischen Instituts in München (aus Nepal stammend).

Mikroskop. Flächenbild. Die obere Epidermis macht in ihrer Gesamtheit stets den Eindruck eines polygonalen Gewebes, einige der Seitenwände der einzelnen Zellen sind jedoch immer schwach gewellt. Bei tieferer Einstellung erscheinen die Wände hin- und hergebogen. Über den Nerven langgestreckte, geradwandige, an den Schmalseiten recht- oder spitzwinklig aneinanderstoßende Zellen, am Rande des Blattes gleichfalls geradwandig und längsgestreckt. Nirgends Kutikularfaltung; Inhalt farblos.

Zellen der unteren Epidermis schwach wellig bis wellig-buchtig ohne besondere Verdickungen. Ihre Seitenwände erscheinen bei tieferer Einstellung ebenfalls harmonikafaltenartig verbogen. Über den Rippen und am Blattrande langgestreckte und geradwandige Zellen. Inhalt farblos; keine Kutikularfalten. Stomata von ziemlich einheitlicher Größe (40 : 55 μ), ausgesprochen oval, in Richtung der Längsachse der Blattsegmente ausgerichtet und meist von 4, seltener von 3 oder 5 Epidermiszellen umgeben. Paarweise zusammenliegende Spaltöffnungen hier nicht feststellbar. — Glattwandige, gekrümmte, fingerförmig oder etwas angeschwollen endigende Haare mit mäßig verdickten, gelben Wänden, die erst im basalen Teil sich verstärken (Fig. VII, 13). Länge sehr konstant bei 310 μ, nur einmal wurde unterseits am Blattrande ein Haar von 190 μ Länge beobachtet. Die Trichome kommen oberseits in geringer Anzahl über den größeren Strängen und

vereinzelt in der weichen Lamina vor, unterseits treten sie in spärlicher Anzahl auf den größeren Rippen und der übrigen Lamina, sowie am Blattrande auf. Rosettenartige Anordnung der die Trichome umgebenden Epidermiszellen kommt nicht vor.

Querschnitt. Der Blattrand ist nur schwach nach unten gebogen, sackartige Faltungen der unteren Epidermis sind nicht vorhanden. — Kutikula ober- und unterhalb der größeren Nerven geschlängelt. Aussenwände der oberen Epidermiszellen im allgemeinen leicht vorgewölbt; am Blattrande regelmäßig, auf der Blattspreite nur ab und zu papillös ausgezogen. Die Außenwände beider Epidermen sind relativ sehr dünn und nur am Blattrande und ober- und unterhalb des Hauptnerven und der Seitennerven 1. Ordnung etwas mehr verstärkt. Obere Epidermiszellen dünnwandig, langgestreckt und verhältnismäßig groß, nämlich fast doppelt so hoch wie die Zellen der unteren Epidermis. Über den größeren Strängen zeigen sie kleineren Umfang. — Die unteren Epidermiszellen sind mit Ausnahme der Strecken an den größeren Rippen, wo die Höhe der Zellen ihre Breite sogar übertreffen kann, langgestreckt, dünnwandig und nach außen nicht vorgewölbt. Die Zellen beider Epidermen sind ausgezeichnet durch die in vertikaler Richtung wellig hin- und hergebogenen Seitenwände. Formelemente des farblosen Zellinhalts sind nicht erkennbar. Die Schließzellen, mit gut entwickelten, äußeren Hörnchen und starken Wandverdickungen, sind sehr wenig vorgewölbt und führen zu großen Atemhöhlen. Die Haare sind in voller Tiefe der Epidermis inseriert.

Palisaden cylindrisch, im Mittel 75 μ hoch, entsprechend $^1/_4$ der Blattdicke. Schwammparenchym sehr locker, von der Fläche betrachtet netzartig zusammengeschlossen unter Ausbildung von Zwischenräumen, die 2- bis 7mal breiter sind als die einschließenden Zellen. Unter diesen Lufträumen überwiegen die größeren an Zahl. — Gefäßbündel kollateral. Im Mittelnerven und in den Seitennerven 1. Ordnung am Gefäßteil eine 2-reihige,

am Siebteil eine 5- bis 6reihige, sichelförmige Sklerenchymfaserscheide, die an beiden Seiten sich bis auf schmale Durchlaßstellen nähern. An der Basis des Blattes sind diese Faserbeläge entsprechend mächtiger, verlieren sich jedoch nach der Blattspitze zu vollständig. Am Mittelnerven schließt sich an die Bastfaserscheide ein 4reihiges, isodiametrisches, kleine Intercellularen aufzeigendes Kollenchym an, dessen Zellen allmählig immer größer werden bei gleichzeitiger Verstärkung der Wände. An den Seiten verschmälert sich dieses Kollenchym und geht oberhalb der Sklerenchymscheide des Xylems in ein 2-reihiges, dünnwandiges Kollenchym über.

Anwendung: Die Knollen der Pflanze werden als Arzneimittel gegen Rheumatismus und Gicht und zur Tötung von Raubtieren benützt. Die Hauptmenge der im Handel befindlichen Knollen (Tubera Aconiti ferocis) wird fabrikmäßig auf Pseudaconitin, das die Aconitwirkung im stärksten Maße zeigt, verarbeitet. — Die Eingeborenen von Ostindien nennen die Knollen von A. ferox des Himalayas Bish und bereiten daraus Pfeilgift.

Aconitum Cammarum L.

Synonyma: Aconitum Stoerkianum Reichb., A. neomontanum Willd., A. intermedium D. C., A. medium Schrad. u. a.

Blätter fast gefingert, 3- bis 5teilig mit mehreren Zipfeln. Die ersten Lappen breiter, keilförmig-lanzettlich, die letzten schmal und spitz, oberseits glänzend, dunkelgrün, unterseits blasser. Ihr Umriß bildet einen Kreis von 6 bis 12 cm Durchmesser.

Mikroskop. Flächenbild. Oberseitige Epidermiszellen an der Spitze des Blattes stark wellig-buchtig, nach der Blattbasis zu in schwach wellig-buchtige übergehend. Am Blattrande und über den kleineren Strängen längsgestreckte, wellig-buchtige Zellen und über den größeren Strängen langgestreckte, fast geradwandige Zellen mit Kutikularfaltung. Auch am Blattrande tritt Kutikularfaltung auf kleinen, randständigen Papillen auf. Zellinhalt

stets farblos. Gekrümmte, zuweilen sichelförmige, oben fast stets etwas knopfartig angeschwollene, unten meist etwas verjüngte und glatte, im übrigen kleinwarzig kutinisierte, dünnwandige Haare, die in der unteren Hälfte des Blattes reichlich vorkommen und die größeren Nerven und deren Umgebung bevorzugen, in der oberen Blatthälfte seltener und vornehmlich über den Nerven auftreten (Fig. VIII, 1). Außerdem finden sich diese Trichome regelmäßig am Blattrande, und zwar in der unteren Hälfte der Spreite auch wieder öfter als in der oberen. Die Länge der Mehrzahl der Haare, deren benachbarte Epidermiszellen meist fächerartig angeordnet sind, liegt bei 250 μ, jedoch kommen auch Zwischengrößen von 185 bis 370 μ vor.

Unterseitige Epidermiszellen tief wellig-buchtig bis buchtig-sternförmig ohne Sonderverdickungen. Am Blattrande langgestreckte, tief wellig-buchtige und über den Strängen langgestreckte, geradwandige Zellen. Zellinhalt farblos; keine Trichome; nirgends Kutikalarfalten. Die mehr oder weniger rundlichen Stomata sind meist von 4, seltener von 3 oder 5 Epidermiszellen umgeben und wechseln sehr in ihrer Größe; als Extreme können die Maße 30 : 32 und 34 : 40 μ gelten. Paarweise zusammenliegende Spaltöffnungen treten hier nicht auf. An den Seitenwänden der Zellen beider Epidermen kann man bei tieferer Einstellung harmonikaartige Faltungen regelmäßig beobachten.

Querschnitt. Der Blattrand ist nur wenig nach unten abgebogen; sackartige Ausstülpungen der unteren Epidermis treten nicht auf. — Die Kutikula ist oberseits in der Nähe des Blattrandes und am Rande selbst feingeschlängelt, unterseits trifft man die gleiche Erscheinung nur an den größeren Rippen an. Außenwände der Epidermiszellen auf beiden Seiten relativ wenig verdickt, nur am Blattrande und an den größeren Strängen wesentlich verstärkt, einzig oberseits wenig vorgewölbt, in den Partien mit geschlängelter Kutikula hingegen papillös ausgezogen. Epidermiszellen beiderseits von geringer Höhe und stark horizontal gestreckt, an den größeren Strängen mehr isodiametrisch gebaut. Die Seitenwände haben einen hin-

und hergebogenen Verlauf. — Die mit deutlichen inneren und äußeren Hörnchen ausgestatteten, sehr dickwandigen Schließzellen treten kaum aus dem Niveau der unteren Epidermis hervor und führen zu großen Atemhöhlen. Die Trichome sind in voller Tiefe der oberen Epidermis eingesenkt und weisen hier die stärkste Wandverdickung auf.

Einreihige, meist stabförmige, seltener kurzarmige Palisaden, deren Höhe etwa $^1/_3$ der Blattdicke gleichkommt. Ihre Länge ist mit 60 bis 100 μ ziemlich starkem Wechsel unterworfen. Das Schwammparenchym erscheint auf dem Flächenbild weitläufig gebaut, seine zahlreichen Zwischenräume erreichen das 2- bis 6fache der Zellenbreite. — An der Mittelrippe sind zu unterscheiden obere Epidermis, einreihiges, sehr starkwandiges Kollenchym, 5reihiges, kleinzelliges und dünnwandiges Kollenchym mit vereinzelten, kleinen Intercellularen, kollaterales Gefäßbündel mit schön abgesetztem Siebteil, 3- bis 4reihiges, dünnwandiges Kollenchym aus kleineren, vereinzelt kleine Intercellularen aufzeigenden Zellen, einreihiges, besonders dickwandiges und sehr großzelliges Kollenchym, untere Epidermis. Das beiderseitige, subepidermale, einreihige und auffallend starkwandige Kollenchym kann zur Charakteristik dieser Species herangezogen werden. Inhalt aller Kollenchymzellen farblos.

Anwendung: Das Kraut war früher als Herba Aconiti in Preußen officinell und wurde in gleicher Weise wie das von A. napellus medicinisch gebraucht. Die Knollen der Pflanze sind gleich wirksam wie die heute officinellen Tubera Aconiti und werden zur Alkaloidgewinnung benutzt.

Aconitum variegatum L.

Synonyma: Aconitum rostratum Bernh., A. Cammarum Jacquin, A. altigaleatum Hayne, A. Bernhardianum Wallroth, u. a.

Entsprechend der nahen Verwandtschaft sind die Blätter ähnlich denen von A. Cammarum L., aber kleiner, kürzer gestielt und nicht so glänzend. Blattabschnitte entsprechend kürzer und breiter, im Umriß rhombisch,

dreispaltig mit Nebenspalten. Zipfel lanzettlich und zugespitzt.

Ergänzendes Material: Herbarium des botanischen Instituts in München (aus Kärnthen stammend).

Mikroskop. Flächenbild. Oberseitige Epidermiszellen in der weichen Lamina am Blattgrunde von polygonalem Bau mit oft schwach ausgeschweiften Wänden, in der Blattmitte ausgesprochen wellig-buchtig, in der Blattspitze buchtig-sternförmig. Am Blattrande in der unteren Hälfte der Spreite langgestreckte, schwach wellige Zellen mit Kutikularfalten, in den übrigen Teilen des Randes langgestreckte, wellig-buchtige Zellen, über den größeren Rippen langgestreckt, geradwandig, recht- oder spitzwinkelig endigend und mit schöner Kutikularfaltung. In der Blattspitze gehen diese geradwandigen Zellen in wellig-buchtige über. Inhalt stets farblos; nirgends bemerkenswerte Wandverdickungen. — Haare schwach gekrümmt, spitz endigend, teils mit und teils ohne Verjüngung am Grunde, bis fast zur Basis grobwarzig kutinisiert (Fig. VIII, 2). Wandverdickung gering, am Grunde beträchtlicher. Länge 135 bis 265 μ, zumeist 180 μ. In der weichen Lamina stehen sie selten, etwas häufiger am Blattrande und auf den größeren Rippen, besonders auch auf der Mittelrippe. Rosettenförmige Anordnung der umgebenden Epidermiszellen, wie sie bei den Haaren von A. napellus vorkommt, konnten wir nicht beobachten.

Auf der Unterseite in der weichen Lamina am Blattgrunde polygonale, teilweise schwach wellige Epidermiszellen mit Porenkanälen in den mäßig verdickten Wänden, in der Blattmitte wellig-buchtige Zellen, die nach der Blattspitze zu in stark buchtig-sternförmige übergehen. Am Blattrande der unteren und mittleren Blattspreite langgestreckte, geradwandige Zellen mit entfernt gestellten Porenkanälen, in der oberen Spreite wellige Konturen der randständigen Zellen. Die über den größeren Strängen liegenden Zellen sind in der unteren Blatthälfte geradwandig, längsgestreckt und mit sehr schönen, stellenweise perlschnurartigen Verdickungen ausgestattet, in der Blatt-

mitte zeigen sie vielfach auch noch Porenkanäle, während diese in der Blattspitze verschwinden. Zellinhalt farblos; keine Trichome. — Die zahlreichen Stomata von ovaler bis gestreckt-ovaler Form sind meist von 4, seltener von 3 oder 5 Epidermiszellen umstellt und wechseln innerhalb der Größen von 30 : 38 und 30 : 48 μ. Gegenüber A. napellus und dem nahe verwandten A. Cammarum L. fehlt also der rundliche Typ der Spaltöffnungen. Ebenso konnten paarweise zusammenliegende Stomata (A. napellus) nicht beobachtet werden.

Querschnitt. Der Blattrand ist nur schwach nach unten gebogen; sackartige Faltungen der unteren Epidermis sind nicht vorhanden. — Epidermiszellen im allgemeinen langgestreckt, oberseits wesentlich größer und nach außen schwach, nach dem Mesophyll zu stark ausgebuchtet. Beiderseits der größeren Rippen Oberhautzellen mit isodiametrischer Zellhöhle. Schließzellen wenig vorgewölbt, halb so hoch wie die benachbarten Zellen, kreisrund und mit gut ausgebildeten, inneren und äußeren Hörnchen. Sehr kräftige Wandverdickungen, die das Lumen mitunter fast zum Verschwinden bringen, sind neben dem konstanten Breiten- und sehr variablen Längenmaß (vgl. oben) kennzeichnend für diese Stomata. — Insertion der Haare in voller Tiefe der oberen Epidermis; Basalverdickungen charakteristisch (Fig. VIII, 2).

Die Palisadenzellen, teils stabförmig, teils mit 2 kurzen Armen, machen bei einer Länge von nur etwa 50 μ einen gedrungenen Eindruck. Sie sind die kürzesten der von uns bei Gattung Aconitum beobachteten Palisaden. Ihre relative Höhe gegenüber der Blattdicke beträgt etwas mehr als $^1/_4$, meist $^2/_7$. — Zellen des Schwammparenchyms ziemlich dicht gestellt und insgesamt etwa $^1/_3$ der Blattdicke betragend; auf dem Flächenbild polygonale Lufträume umschließend, deren Durchmesser etwa das 1- bis 4fache der Zellenbreite beträgt. — Das kollaterale Gefäßbündel des Hauptnerven ist mit einem ansehnlichen Kollenchymbelag, in dem im Vergleich zu A. napellus und A. Cammarum L. die dickwandigen Zellen eine größere Verbreitung ge-

winnen, ausgestattet. Unter der oberen Epidermis liegt ein kleinzelliges, sehr starkwandiges, einreihiges Kollenchym und weiterhin eine 5- bis 6reihige Schicht dünnwandigen Kollenchyms. Dann folgen das Gefäßbündel mit gut markiertem Siebteil, 5 bis 6 Reihen dünnwandigen, wenige Intercellularen führenden Kollenchyms, dessen Zellen indessen größer als die des oberhalb des Bündels gelegenen Kollenchyms sind. Den übrigen Raum bis zur unteren Epidermis füllen 3 Reihen starkwandigen, großzelligen Kollenchyms aus, die öfters Intercellularen zeigen. Der Inhalt des gesamten Kollenchymbelages ist farblos.

Anwendung: Die Knollen der Pflanze sind gleich wirksam wie die von A. napellus und waren deshalb früher in medicinischem Gebrauch. Zur Zeit haben sie Bedeutung für die Alkaloidgewinnung.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen niemals geradwandig-polygonal, mindestens eine oder oder mehrere der Seitenwände ausgeschweift.
3. Stomata nur unterseits; Ranunculaceentyp.
4. Einreihiges Palisadengewebe, an den größeren Strängen unterbrochen.
5. Zellen des Schwammgewebes auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild verzweigt und netzartig zusammengeschlossen.
6. Kollaterale Gefäßbündel mit gut abgegrenztem Siebteil.
7. Einzellige, konisch zugespitzte Haare.

Differenzierung der Arten.

I. Haare nur oberseits.

1. Feinwarzige Haare, 185 bis 370 μ lang.
   Stomata rundlich. Palisaden sehr verschieden lang (60—100 μ).

   Aconitum Cammarum L.

2. Grobwarzige Haare, 135 bis 265 μ lang.

Stomata oval bis gestreckt-oval (30 : 38 bis 30 : 48 μ), sehr dickwandig. Palisaden etwa 50 μ lang.

Aconitum variegatum L.

II. Haare beiderseits.

1. Gefäßbündel beiderseits mit Sklerenchymscheide. Palisaden cylindrisch. Stomata ausgerichtet.

Aconitum ferox Wallich.

2. Gefäßbündel ohne Faserbelag. Palisaden gegabelt und cylindrisch. Stomata nicht ausgerichtet.

A. Grundform der unterseitigen Epidermiszellen stets polygonal. Haarlänge meist bei 150 μ (110 bis 180 μ). Längswände der Palisaden in der Mittelpartie nach Art der Harmonikafalten hin- und hergebogen. Kollenchymbelag des Hauptnerven frei von Intercellularen.

Aconitum uncinatum L.

B. Grundform der unterseitigen Epidermiszellen nicht durchweg polygonal. Haarlänge über 180 μ und wechselnd. Längswände der Palisaden gerade. Kollenchymbelag am Hauptnerven mit Intercellularen.

a. Untere Epidermiszellen, besonders in der unteren Hälfte des Blattes, mit perlschnurartigen, oft knotenartig erweiterten Verdickungen. Stomata zuweilen paarweise nebeneinanderliegend. Untere Epidermis auf dem Querschnitt mit großen, sackartigen Ausfaltungen mit gezähnelter Kutikula.

Aconitum napellus L.

b. Untere Epidermis ohne besondere Verdikkungen. Stomata stets einzeln. Untere Epidermis ohne sackartige Ausfaltungen.

α. Stomata rundlich, zuweilen breit-oval (35 : 34 μ). Haare bis über 1 mm lang, gekrümmt oder gerade, Epidermiszellen ober- und unterhalb des Hauptnerven mit ihrem größeren Durchmesser in Richtung der Palisaden orientiert. Über der unteren

Epidermis ein einreihiges, auffallend dickwandiges Kollenchym.

Aconitum lycoctonum L.

β. Stomata oval. Haare kürzer als 400 μ, gekrümmt. Epidermiszellen oberhalb des Hauptnerven isodiametrisch, unterhalb horizontal gestreckt.

* Epidermiszellen oberseits wellig-polygonal, an der Blattbasis fast polygonal. Stomata vorgewölbt. Palisaden etwa 90 μ lang. Über der unteren Epidermis am Hauptnerven ein 4-reihiges, starkwandiges Kollenchym.

Aconitum Fischeri Reichenbach.

** Epidermiszellen oberseits stets welligbuchtig. Stomata nicht vorgewölbt. Palisaden etwa 70 μ lang. Am Hauptnerven über der unteren Epidermis ein großzelliges Kollenchym, dessen unterste Reihe nur in den an die Epidermis grenzenden Wänden sehr stark verdickt ist.

Aconitum paniculatum Lamarck.

Anemoneae.

Anemone.

Anemone pulsatilla L.

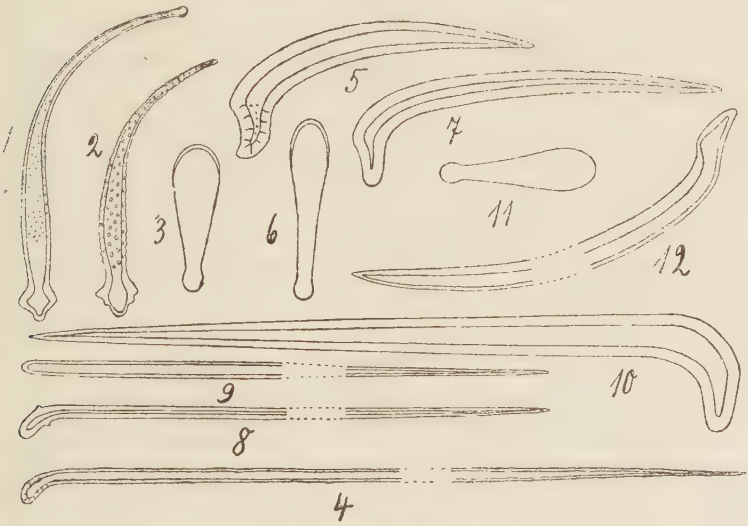
Synonyma: Anemone punica Sism., A. collina Salisbury, Pulsatilla vulgaris Miller, u. a.

Das kräftige Rhizom treibt einen 15 bis 30 cm hohen, aufrechten Blütenschaft, an dessen Grunde die Basalblätter während des Abblühens erscheinen. Diese sind dreifach fiederspaltig mit lineal-lanzettlichen, spitzen, zottig-seidenhaarigen Abschnitten.

Ergänzendes Material: Handelsdroge.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite wellig-polygonal bis wellig-buchtig, über den

Nerven und am Blattrande langgestreckt und gewellt. In den starken Seitenwänden beobachtet man vielfach feine Porenkanäle, zuweilen sind knötchenförmige Erweiterungen vorhanden; über den Strängen hier und da Kutikularfaltung. Stomata 40 : 48 μ groß und von 4 bis 6 Epidermiszellen umstellt. Zellinhalt grün mit runden Zellkernen und zahlreichen Chloroplasten. Bei tieferer Einstellung



Tafel VIII.

1. Aconitum Cammarum L., 185—370 μ.
2. Aconitum variegatum L., 135—265 μ.
3. Anemone pulsatilla L., 80—115 μ.
4. „ „ „ bis über 3 mm.
5. „ „ „ 150—370 μ.
6. Anemone pratensis L., 120—135 μ.
7. „ „ „ 185—670 μ.
8. „ „ „ 770—2880 μ.
9. Anemone hepatica L., 900—2500 μ.
10. „ „ „ 200—885 μ.
11. Clematis vitalba L., 95—125 μ.
12. „ „ „ 215—1320 μ.

werden die meist stabförmigen und seltener zweiarmigen Palisaden deutlich sichtbar. — Wigand (Lit. 43, S. 210) beschreibt die oberen Epidermiszellen schlechthin als un-

regelmäßig polygonal. Der wellige Charakter der Seitenwände dürfte in dieser Beschreibung nicht zum Ausdruck gebracht sein.

Untere Epidermiszellen wellig-buchtig bis spitz-buchtig und hin und wieder mit knötchen- oder leistenförmigen Verdickungen in den Gipfeln der Ausstülpungen. Randständige Zellen langgestreckt, schwach gewellt, starkwandig und mit schöner Kutikularfaltung. Über den Strängen langgestreckte, geradwandige, recht oder spitzwinkelig aneinanderstoßende Zellen, deren Wandverdickungen häufig durch Porenkanäle unterbrochen sind, und die ebenfalls Kutikularfaltung zeigen. Inhalt der Zellen grün gefärbtes Plasma mit Chloroplasten und runden Zellkernen. Auch die Stomata, die unterseits noch zahlreicher als oberseits auftreten, weisen häufig in polarer und längsseitlicher Richtung auf sie zulaufende Kutikularfalten auf. Die sind mit 32 : 40 μ etwas kleiner als die oberseitigen, jedoch ebenfalls von 4, 5 oder 6 gewöhnlichen Epidermiszellen umgrenzt.

Trichome kommen in 3 verschiedenen Formen vor. Keulenförmige, dickwandige Haare, an deren Basen die Epidermiszellen in Rosetten zusammentreten, finden sich oberseits vereinzelt in der weichen Lamina und über den grösseren Rippen in einer Länge von 80 bis 115 μ bei einer konstanten Breite von 35 μ (Fig. VIII, 3). Ebenfalls seltener treten die gleichen Haare auf den Nervenbahnen und in deren Nähe, sowie in der übrigen Lamina der Unterseite auf. Große, oft bis über 3 mm lange, einzellige, scharf zugespitzte, dick- und glattwandige Haare trifft man oberseits in der unteren Hälfte der einzelnen Blattsegmente nur selten an, reichlich aber unterseits und hier vornehmlich auf den Strängen nebst Umgebung. Diese sehr langen Haare (Fig. VIII, 4) krönen außerdem regelmäßig die Spitze der Blättchen in einer Anzahl von 1 bis 6 Stück. Der dritte Typ der Haare steht am Blattrande und ist dort in besonderen Zellhügeln inseriert (Fig. VIII, 5). Kurz über der Austrittsstelle sind diese randständigen Haare retortenhalsartig abgebogen und wenden sich, meist gerade und

kurzspitz zulaufend, nach der Spitze des Blättchens zu. Seltener beobachtet man in ihrem oberen Teil gekrümmte Exemplare dieser in gewissen Abständen auftretenden, einzelligen, glatt- und dickwandigen, scharf zugespitzten Haare, deren Basalteil übrigens wesentlich breiter ist, als bei den vorher beschriebenen, langen Deckhaaren. Die Länge der randständigen Haare liegt zwischen 150 bis 370 μ, gewöhnlich bei 215 bis 230 μ. Phloroglucin-Salzsäure färbt sie in ihrer ganzen Ausdehnung rot, die langen Deckhaare hingegen nur im unteren und Basalteil. — Wigand (Lit. 43) verzeichnet nur die beiden spitzen Haare bei A. pulsatilla L., während das keulenförmige nicht erwähnt ist.

Querschnitt (Blattsegment). An der äußeren Form des Querschnitts fallen die deutlichen Einsenkungen der oberen Lamina über den größeren Seitennerven und die geringfügige Ausbuchtung unter dem Hauptnerven auf. Der Blattrand ist nicht nach unten umgebogen.

Die dünne Kutikula ist nur an den größeren Nerven und am Blattrande, also im Gebiete der Kutikularfalten, fein geschlängelt. — Außenwände der Epidermis im allgemeinen schwach vorgewölbt, die der oberseitigen etwas dicker als die der unterseitigen, am Blattrande und an den größeren Strängen noch besonders verstärkt. Die Zellen beider Epidermen sind nur wenig horizontal in die Länge gestreckt, an den größeren Nerven mehr isodiametrisch und stärker nach außen vorgewölbt und reich an Chlorophyll. Die Schließzellen sind auf beiden Seiten deutlich vorgewölbt, zeigen winzige innere und gut entwickelte äußere Hörnchen und sind etwa $^2/_3$ so hoch wie die anderen Epidermiszellen. Auffallend sind oberseits die großen, in das Palisadengewebe eingeschobenen Atemräume. — Die Trichome sind in etwa $^2/_3$ der Tiefe der Epidermis inseriert, die starkwandigen im besonderen in einem Hügel emporgehobener Epidermiszellen. Ihre Wandverdickungen reichen bis zum äußersten Grunde und weisen hier schöne Porenkanäle auf.

Die Palisaden, deren Verband an den größeren Strängen unterbrochen ist, wechseln in Form und Größe. Neben langen, cylindrischen, die das größere Kontingent

stellen, kann man auch einseitig und doppelseitig gegabelte Palisaden beobachten (Y- und H-Form). Die Einfaltung an diesen gleichfalls sehr schlanken Armpalisaden, die gern die Randpartien des Blättchens bevorzugen, erreicht nur geringe Grade. Die Höhe der Palisaden schwankt zwischen 100 und 120 μ, gewöhnlich liegt sie etwas über 100 μ und erreicht damit $^2/_5$ der Blattdicke. Bei Solereder (Lit. 31, S. 1) findet sich die Angabe, daß A. pulsatilla Armpalisaden nicht besitze. Diese Behauptung steht im Widerspruch zu unserem Befund. — Das horizontal gestreckte Schwammgewebe ist relativ dicht gebaut, auf der Flächenansicht zeigt es netzartigen Zusammenschluß der verzweigten Zellen, deren Breite dem Durchmesser der Intercellularräume entspricht oder von ihm bis zum 3fachen übertroffen wird. Nach Meyer (Lit. 21, S. 21), Gilg-Brandt (Lit. 8, S. 111) enthält das Mesophyll des Blattes von A. pulsatilla zerstreute Zellen mit Oxalatsand, eine Angabe, die im gleichen Wortlaut sich auch im Ergänzungsbuch zum deutschen Arzneibuch (Lit. 6) findet. Nach unseren Beobachtungen, die durch die maßgebenden, mikrochemischen Reaktionen gestützt sind, kommt Kristallsand von oxalsaurem Kalk im Mesophyll von A. pulsatilla L. nicht vor. — Wir möchten hierbei nicht unerwähnt lassen, daß bei A. pulsatilla und A. pratensis L. längere, schlauchförmige Zellen im Schwammgewebe vorkommen, deren Inhalt beim Aufbewahren in 50-prozentigem Alkohol eine feinkörnige Struktur annimmt. Vielleicht haben diese Zellen Anlaß zur Vortäuschung von Sandschläuchen gegeben.

Die Gewebsschichten des Mittelnerven setzen sich zusammen aus oberer Epidermis, einreihigem, kleinzelligen und sehr dickwandigen und einreihigem, weniger dickwandigen Kollenchym, kollateralem Gefäßbündel mit gut abgegrenztem Siebteil, 2- bis 3reihigem, dünnwandigen Kollenchym aus verschieden großen Zellen, 2reihigem, sehr dickwandigen Kollenchym aus größeren Zellen und unterer Epidermis. In allen Schichten, einschließlich Gefäßbündel, sind Zellen mit grün gefärbtem Plasma zu finden, nirgends jedoch treten Intercellularen auf. — Bemerkenswert ist, daß im

Stiel des Blättchens (Stielchen) der Siebteil der mittleren und seitlichen Gefäßbündel von einer sichelförmigen Sklerenchymscheide umgeben ist.

Anwendung: Das blühende Kraut ist in Frankreich und Portugal officinell. In Deutschland gehörte es früher als Herba Pulsatillae nigricantis officiell zum Arzneischatz und wird auch heute noch als Antispasmodicum, Anodynum, Narcoticum, Diureticum, bei Asthma, Bronchitis, Keuchhusten, Coryza, Rheumatismus, Gicht, Syphilis, nervösem Kopfschmerz und Dysmenorrhoe gebraucht. Der Genuß der Pflanze erweitert die Pupille, verlangsamt die Atmung und den Pulsschlag. Das Destillat des frischen Krautes gilt als Mittel gegen chronische Haut- und Augenkrankheiten (Star). — Auch in der Homöopathie ist A. pulsatilla reichlich in Verwendung.

Anemone pratensis L.

Synonyma: Anemone pulsatilla Sturm, Pulsatilla pratensis Miller, u. a.

Die Basalblätter stehen auf langen, behaarten, scheidigen Stielen, sind doppelt gefiedert mit vielteiligen Blättchen und ganzrandigen, linealischen, zugespitzten, behaarten Abschnitten.

Mikroskop. Flächenbild. Die oberen Epidermiszellen tragen durchgehends wellig-polygonalen Charakter; perlschnurartige Verdickungen der an sich etwas dünneren Seitenwände treten mit großer Regelmäßigkeit auf. Kutikularfalten beobachtet man auf diesen Zellen nur hin und wieder, regelmäßig dagegen über den Strängen und am Blattrande, in Form eines Strahlenkranzes in der Umgebung der Trichome und an den Spaltöffnungen, namentlich an deren Breitseiten, selten an den Polen. Inhalt der Zellen Chlorophyll und runde Zellkerne.

Die Zellformen in der unteren Epidermis gleichen denen bei A. pulsatilla L., indessen sind perlschnurartige Verdickungen überall und die knötchen- bis leistenartigen Verstärkungen der Wände auch in den mehr geraden Teilen, nicht nur in den Gipfeln der Ausbuchtungen, zu finden. Kutikularfaltung ist auf diesen Zellen und an den

Spaltöffnungen nur vereinzelt, regelmäßig hingegen an den Haarbasen zu beobachten. Inhalt der Zellen Chlorophyll; Zellkerne oval. Die Stomata der Ober- und Unterseite sind in ihrer Größe nicht unterschieden, im Mittel 33 μ breit und 47 μ lang und meist von 4 oder 5, seltener von 6 Epidermiszellen eingeschlossen.

Trichome in 3 verschiedenen Typen, in ihrer äußeren Form und Verteilung auf den Blattseiten sehr ähnlich denen von A. pulsatilla L. Hervorzuheben ist, daß die keulenförmigen (Fig. VIII, 6) und randständigen Haare (Fig. VIII, 7) im allgemeinen länger, die langen Deckhaare (Fig. VIII, 8) hingegen kürzer als bei A. pulsatilla sind, und daß Phloroglucin - Säure bei keinem derselben eine Holzreaktion gibt. Die keulenförmigen, relativ schlanken Trichome sind meist 120 bis 135 μ lang, unten 12 und oben 25 μ breit, die langen Deckhaare in der Mehrzahl etwa 1500 μ lang (oberseits 770 bis 2330 μ, unterseits 770 bis 2880 μ). An der Spitze des Blättchens sitzt regelmäßig ein stattlicher Schopf dieser Haare von 12 bis 20 Stück. Vogl (Lit. 36) gibt als Grenzzahl für die Länge der starkwandigen Haare 500 μ an. Nach unserem Befund wird dieser Wert bedeutend übertroffen. — Die randständigen, retortenartig gebogenen Haare sind ebenfalls in gewissen Abständen auf kleinen Zellhügeln inseriert und gewöhnlich etwas über 300 μ lang (185 bis 670 μ).

Querschnitt (Blattsegment). Die Epidermiszellen sind nur wenig von denen bei A. pulsatilla L. verschieden. Die oberseitigen sind gegenüber den unterseitigen relativ größer und wechseln unter sich mehr in ihrem Umfange. Entsprechend der hier nicht seltenen Kutikularfaltung (vgl. Flächenbilder) ist die Kutikula häufiger geschlängelt. Unterhalb der Schließzellen, die auf beiden Seiten sehr wenig oder garnicht vorgewölbt und in ihren Wandungen stark verdickt sind, fallen die Atemhöhlen oft durch ihre Größe auf. Die Haare sind meist in voller Tiefe der Epidermis und nur am Blattrande in Zellhügeln inseriert. Nur vereinzelt sind sie in der Nähe der Lamina schwach verjüngt, im Bulbus jedoch stets frei von Porenkanälen.

Form und Verteilung der Zellen des Mesophylls bieten keine wesentlichen Unterschiede von A. pulsatilla. Die Höhe der Palisaden ist einheitlicher und beträgt durchweg etwa 100 μ. — Nach Meyer (Lit. 21, S. 20), Vogl (Lit. 36), Gilg-Brandt (Lit. 8, S. 111) und nach dem Ergänzungsbuch zum deutschen Arzneibuch (Lit. 6) finden sich im Mesophyll zerstreute Zellen mit Kristrallsand. Diese Befunde konnten wir an unserem Material, ebenso wie bei A. pulsatilla L., nicht bestätigen.

Die Gewebe des Hauptnerven bestehen aus oberer Epidermis, einreihigem, dickwandigen und 2- bis 3reihigem, dünnwandigen Kollenchym, kollateralem Gefäßbündel mit gut abgesetztem Siebteil, 2reihigem, dünnwandigen und 1reihigem, dickwandigen Kollenchym und unterer Epidermis. Keine Intercellularen; vereinzelte Zellen mit grün gefärbtem Plasma, auch innerhalb des Gefäßbündels. — Im Stiel des Blättchens und im Blattstiel tritt an den Siebteilen der Stränge ein sichelförmiger Faserbelag auf; soweit im Blättchen aber eine deutlich markierte Palisadenschicht vorhanden ist, fehlt ein solcher Belag. Meyer (Lit. 21) und Vogl (Lit. 36) sagen in ihrer Beschreibung des Blattes ganz allgemein, daß die stärkeren Gefäßbündel von sklerenchymatischen Zellen begleitet würden. Eine präzisere Fassung dieser Angabe erscheint uns angebracht.

Anwendung: wie bei A. pulsatilla L.

Anemone hepatica L.

Synonyma: Anemone praecox Salisbury, Hepatica nobilis Schreber, H. triloba Choix, H. anemonoides Vest, H. americana Ker-Gawl, u. a.

Die 8 bis 15 cm hohen, langgestielten Blätter kommen erst beim Abblühen der Pflanze aus dem Rhizom hervor. Ihre Spreite ist 3lappig mit 3 strahlläufigen Primärnerven, am Grunde nierenförmig, ganzrandig, unterseits filzig behaart, oberseits kahl; Abschnitte eiförmig, am Ende stumpf.

Ergänzendes Material: Handelsdroge.

Mikroskop. Flächenbild. Obere Epidermiszellen tief wellig-buchtig, oft sternförmig, starkwandig mit vereinzelten Porenkanälen und besonderen Verdickungen in den Gipfeln der Bögen. Schwach wellige Kutikularfaltung. Über den Strängen langgestreckte, etwas gewellte, starkwandige und perlschnurartig verdickte Zellen mit Kutikularfalten. Zellinhalt grünlich mit Chloroplasten und runden, ovalen oder spitz-ovalen Zellkernen. Die nicht sehr häufigen Schließzellen sind im Durchschnitt 37 : 44 μ groß und von 4 Epidermiszellen umgeben. Haare sind auf jungen und ausgewachsenen Blättern auf einer nur Bruchteile eines Millimeters breiten Randzone sehr vereinzelt feststellbar. Es handelt sich dabei um ein ausnahmsweises Übergreifen der randständigen Haare auf den oberseitigen Blattrand. Bei tieferer Einstellung treten die breiten, reichlich mit Intercellularen durchsetzten Palisaden, die meist 4 bis 5, zuweilen 6 nach oben gerichtete Arme tragen, in die Erscheinung.

Epidermiszellen der Unterseite tief wellig-buchtig, meist buchtig-sternförmig, dickwandig und in den Gipfeln der Bögen noch etwas mehr verstärkt als die oberseitigen. Über den kleineren Strängen längsgestreckt und gewellt, über den größeren mehr oder weniger geradwandig und, gleich den in der Umgebung gelegenen, sinuösen Zellen, perlschnurartig verdickt. Im Umkreis der Haarbasen beobachtet man stets fächerförmige Anordnung der Oberhautzellen. Der Inhalt der Zellen gleicht dem der oberseitigen Epidermiszellen. Stomata reichlich vorhanden, von gleicher Größe wie die der Oberseite und meist von 4 oder 5, seltener von 6 Epidermiszellen umstellt.

Beide Typen der bei A. pulsatilla L. beobachteten, englumigen, scharf zugespitzten und glattwandigen Haare sind unterseits vorhanden. Die auf Nervenbahnen und auf der weichen Lamina überall häufigen Deckhaare (Fig. VIII, 9) sind meist 1,5 bis 1,6 mm lang (Min. 0,9, Max. 2,5 mm). Anhäufungen an den Enden der Blattlappen in Form eines Haarschopfes treten nicht auf. Das randständige, retortenförmige Haar (Fig. VIII, 10) ist mit Ausnahme der obersten

Partie des 3lappigen Blattes überall reichlich vorhanden, liegt fast stets genau dem Blattrande angeschmiegt und zeigt eine Länge von 200 bis 885 μ. Die Länge der Mehrzahl dieser Haare schwankt um 750 μ. — Beide Arten der Trichome geben in ihrer ganzen Ausdehnung stark positive Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure. J. U. und C. G. Lloyd (Lit. 19, S. 45) verzeichnen oberseits wenige, etwa 1,25 mm lange und unterseits häufiger vorkommende, 2,5 bis 6 mm lange, zugespitzte Haare. Der erstere dieser Befunde läßt sich mit unserem nur insofern in Einklang bringen, als die seltenen, auf die Oberseite herumgreifenden, randständigen Haare gemeint sein könnten. Die weiterhin angegebenen Maße für die Deckhaare der Unterseite überschreiten die von uns gefundenen Längen erheblich.

Querschnitt. Das Querschnittsbild bietet insofern eine Besonderheit, als Ausbuchtungen des Gewebes nicht unter, sondern über den Primär- und Seitennerven 1. Ordnung liegen, wie wir es ähnlich bisher nur bei Coptis trifoliata feststellten.

Die Kutikula beider Epidermen ist reich an Wachs und nimmt einen geschlängelten Verlauf. Letzterer ist unterseits noch mehr ausgeprägt und geht stellenweise in gekerbte Konturen über. Die Außenwände der relativ großen, in ihrer Größe sehr wechselnden Epidermiszellen sind starkwandig und im allgemeinen nicht vorgewölbt. Dagegen sind bauchige Vorwölbungen der dem Mesophyll zugekehrten Zellwände nicht selten, denen sich an den teils horizontal gestreckten, teils isodiametrischen Zellen der Oberseite, infolge der Vielgestaltigkeit der Palisaden, noch unregelmäßig geformte Ausbuchtungen hinzugesellen. Die rundlichen Schließzellen sind unterseits stark, oberseits weniger stark vorgewölbt, in ihren Wandungen mäßig verdickt und tragen lange, äußere und gut entwickelte, innere Hörnchen. Sie erreichen etwa $^2/_3$ der Tiefe der durch ihre Größe hervortretenden, benachbarten Oberhautzellen. Die Trichome sind etwa in halber Höhe der Epidermis mit fingerförmigem Basalteil in diese eingesenkt.

Das Palisadengewebe ist nur an den 3 Primärnerven des Blattes unterbrochen, unterhalb der Spaltöffnungen tritt es jeweils in das Innere der Lamina etwas zurück. Die Höhe der einzelnen, bald oben, bald unten, bald beiderseits gegabelten, bald einfach erscheinenden Zellen beträgt 38 bis 45 μ und erreicht damit etwa $^1/_6$ der Blattdicke. Nach Solereder (Lit. 31, S. 1) kommen bei A. hepatica und A. pulsatilla Armpalisaden nicht vor. Demgegenüber müssen wir die Vielgestaltigkeit der Armpalisaden bei dieser Species hervorheben. Vogl (Lit. 36) gibt an, daß bei A. hepatica eine ausgesprochene Palisadenschicht fehle, und Goffart (Lit. 9) sagt, daß die unter der oberen Epidermis gelegenen, isodiametrischen und unverästelten Zellen den Namen Palisaden kaum verdienen. — Zieht man aber in Erwägung, daß diese Zellen auf dem Querschnittsbild durch ihre zum Teil bizarren Formen, bei denen der früher bereits beobachtete Typ der einseitig und beiderseitig gegabelten Palisaden nicht verkannt werden kann, sich von dem horizontal gestreckten Schwammparenchym stets deutlich abheben, so sollte man hier zumindest von spezifischen Assimilationszellen sprechen. Ein Beweis, daß diese mehr oder weniger isodiametrischen Zellen auch physiologisch eine vom übrigen Mesophyll abweichende Stellung einnehmen, ergab sich zufällig bei Anstellung der Chloraljodreaktion. Während in der Schicht der gegabelten Zellen der Stärkenachweis negativ verlief, war er im Schwammparenchym überall positiv. Zu alledem kommt hinzu, daß Goffart bei Clematis vitalba L., die unter der oberen Blattepidermis gleichfalls isodiametrische, ja sogar breite Assimilationszellen führt, hier anstandslos von Palisaden spricht. — Das Schwammgewebe ist lockerer als bei A. pulsatilla L. gebaut und zeigt im Flächenbild netzförmigen Zusammenschluß der Zellen. Seine Intercellularräume sind hier 1- bis 3mal so breit wie die umschließenden Zellen.

Am Primärnerven liegen die ausnehmend starkwandigen Zellen der oberen Epidermis; 5reihiges, nach dem Gefäßteil zu immer weniger stark verdicktes und enger-

lumig werdendes Kollenchym mit vereinzelten Intercellularen; kollaterales, nach unten zu gut abgesetztes Gefäßbündel, von zahlreichen, chlorophyllhaltigen Zellen durchsetzt; 2 Reihen oval-gestreckter und 1 Reihe mehr rundlicher und größerer Kollenchymzellen ohne Intercellularen, 1 Reihe dickwandiges, großzelliges Kollenchym ohne Intercellularen und 1 Reihe sehr dickwandiges, kleinlumiges Kollenchym mit vereinzelten Intercellularen; untere, sehr starkwandige Epidermiszellen. Kein Faserbelag in der Mitte und am Grunde des Blattes. Durch die Reaktion mit Chloraljod ist in vielen Zellen des Kollenchyms und auch innerhalb des Gefäßbündels Stärke nachweisbar. — Vogl (Lit. 36) hat in den stärkeren Gefäßbündeln eine Gruppe dickwandiger Bastfasern festgestellt. Diesen Befund können wir nicht bestätigen.

Anwendung: Das Kraut der Pflanze ist als Herba Hepaticae nobilis im Handel und wird als Tonicum, Gonorrhoicum und Adstringens und als Volksmittel gegen Leberleiden, Bluthusten und Blutharnen gebraucht; früher war es officinell.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen oberseits wellig-polygonal bis welligbuchtig, unterseits wellig-buchtig bis buchtig-sternförmig; beiderseits mehr oder weniger dickwandig und chlorophyllhaltig.
3. Stomata beiderseits. oval, mehr oder weniger vorgegewölbt; Ranunculaceentyp.
4. Einreihiges, wenigstens an den Hauptnerven unterbrochenes Gewebe von einfachen Palisaden und einseitigen oder doppelseitigen Armpalisaden.
5. Zellen des Schwammparenchyms auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild verzweigt und netzartig zusammengeschlossen.
6. Kollaterale Gefäßbündel, von Zellen mit grünem Plasma durchsetzt; stark entwickelter Kollenchymbelag; Siebteil nach unten gut abgegrenzt.

7. Einzellige, englumige, scharf zugespitzte, glatte Haare auf der Blattunterseite; am Rande retortenartig gebogen, auf der Spreite gerade.

Differenzierung der Arten.

1. Haare beiderseits in 3 verschiedenen Formen.
   a. Zugespitzte Haare (2 Formen) verholzt, mit Porenkanälen im Basalteil. An den Spitzen der Blättchen je ein Schopf von 1 bis 6 Haaren. — Stomata oberseits 40 : 48 μ, unterseits 32 : 40 μ groß.
   Anemone pulsatilla L.
   b. Zugespitze Haare (2 Formen) nicht verholzt, ohne Porenkanäle. An den Spitzen der Blättchen je ein Schopf von 12 bis 20 Haaren. — Stomata beiderseits 33 : 47 μ.
   Anemone pratensis L.
2. Haare unterseits in zwei zugespitzten Formen, verholzt.
   Anemone hepatica L.

Clematis.

Clematis vitalba L.

Synonyma: Clematis sepium Lamarck, Cl. dumosa Salisbury, u. a.

Bis 7 m langer, kriechender oder kletternder, zuweilen fast armdicker Stamm, an dessen Stengeln die opponierten, bis spannlangen, gestielten und einfach gefiederten Blätter sitzen. Fiedern opponiert, in 6 bis 9 cm langen Abständen, mit 3 bis 9 cm langen, rankenden Stielen, herz- bis eiförmig, zugespitzt, ganzrandig oder grob gesägt oder etwas gelappt, von einem kräftigen Mittelnerven und einigen Bogennerven nebst feineren Adern durchzogen, fast kahl, hellgrün und schwach glänzend.

Mikroskop. Flächenbild. Obere Epidermiszellen tief wellig-buchtig, gleichmäßig dünnwandig; über den Nerven mehr oder weniger geradwandig und längsgestreckt. Kutikularfaltung und Spaltöffnungen nicht vorhanden. Zellinhalt hellgrün mit Chloroplasten und runden Zellkernen. Bei tieferer Einstellung erscheinen die 2- bis 6armigen,

seltener 7armigen oder auch cylindrischen Palisaden im Gesichtsfeld. Untere Epidermiszellen gleichen denen der Oberseite, nur haben die Zellkerne sehr wechselnde Gestalt. Man vermag runde, ovale, spindelförmige, halbkreis- und mondsichelförmige Kerne zu unterscheiden. An Spaltöffnungen trifft man einen kleineren, rundlichen und einen größeren, mehr ovalen Typ an. Der erstere, nicht selten nur 18 μ lang und breit, weist eine durchschnittliche Größe von 24 : 26 μ, der letztere eine mittlere Größe von 30 : 40 μ auf. Beide Arten sind regellos über die untere Blattfläche verstreut und von 4 oder 5 Epidermiszellen umgrenzt. Trichome kommen beiderseits in 2 Formen vor. Keulenförmige, dünnwandige mit plasmatischem Inhalt (Fig. VIII, 11) und lange bis sehr lange, scharf zugespitzte, meist schwach gekrümmte, einseitig verdickte, glatte Haare (Fig. VIII, 12). — Die keulenförmigen Haare zeigen in ihrem oberen Teile sehr konstant eine Breite von 32 μ und eine mittlere Länge von 105 μ (95—125 μ). Oberseits trifft man sie häufiger über den Rippen und in deren näherer Umgebung, seltener in der übrigen Lamina an, unterseits ist ihr vereinzeltes Vorkommen auf die größeren Stränge beschränkt. — Die Länge der charakteristischen, einseitig verdickten Haare schwankt zwischen 215 bis 1320 μ und liegt für die Mehrzahl derselben bei 600 bis 800 μ. Diese Haare finden sich oberseits überall reichlich bei einiger Bevorzugung der Nervenbahnen und des Blattrandes der unteren Partie des Blättchens, unterseits ebenfalls reichlich auf der ganzen Blattfläche. Bei der Prüfung mit Phloroglucin-Salzsäure geben sie positive Holzreaktion. — Solederer (Lit. 30, S. 17) weist auf Kutikularleisten der Blattunterseite hin. Bei dem von uns untersuchten Material konnten wir charakteristische Faltung der Kutikula nirgends beobachten. Auch in diesem Falle scheint die zur Differentialdiagnose erforderliche Konstanz zu fehlen.

Querschnitt (Blättchen). Bei einem allgemeinen Überblick fällt die geringe Höhe der Lamina von etwa 100 μ und die mächtige Ausbuchtung des Gewebes am Mittelnerven auf. Letztere trägt infolge der aus runden,

blasig erweiterten Epidermiszellen bestehenden, seitlich und nach unten hin vorgebauten Zellverbände, in denen je eines der spitzen Haare inseriert ist, unregelmäßige Umrisse.

Kutikula dünn und glatt überlaufend, nur am Blattrande fein geschlängelt. Außenwände der Zellen beider Epidermen relativ sehr dünnwandig, im allgemeinen schwach nach außen vorgewölbt, am Rande und über den größeren Nerven, hier unter Verstärkung der Membran, etwas mehr vorgewölbt, während unterhalb der Stränge außerdem noch papillenartiger Ausbau nicht selten ist. Langgestreckte Oberhautzellen wechseln beiderseits mit mehr rundlichen, isodiametrischen ab, und zwar sind letztere an der Unterseite etwas häufiger. Am Blattrande und unter den größeren Nerven gleichfalls rundliche Zellen, über den Nerven jedoch solche, die tiefer als breit sind. Die Schließzellen, deren Wandungen wenig verdickt sind, erreichen etwa $^2/_3$ der Höhe der Oberhautzellen und treten nicht über deren Niveau hervor. — Der Basalteil der keulenförmigen, in gleicher Tiefe wie die umgebende Epidermis inserierten Trichome bietet nichts Charakteristisches. Hingegen zeigen die spitzen Haare außer einem geraden, zapfenartigen öfters auch einen eigenartigen, stiefelförmigen Basalteil (Fig. VIII, 12). Die Insertionsgrenze liegt fast in voller Tiefe der Epidermis, unterhalb der größeren Stränge sind die spitzen Haare öfters in besonderen Sockeln eingebaut.

Die sehr kleinen und gedrungenen, oft breiter als lang entwickelten Armpalisaden sind von oben her bis höchstens zur Hälfte ihrer Länge eingefaltet. Bei einer Höhe von durchschnittlich 20 μ stellen sie die kürzesten der von uns bisher bei Ranunculaceen beobachteten Palisaden dar und erreichen $^1/_5$ der Blattdicke. In der an den größeren Nerven unterbrochenen Palisadenschicht bemerkt man neben stabförmigen Zellen häufig solche mit 2 bis 6 kurzen, nach oben gerichteten Armen. Nach Goffart (Lit. 9) besteht das Palisadengewebe zumeist aus einfachen Zellen. Diesen Befund konnten wir an unserem Material nicht bestätigen. Die mehrarmigen Palisaden waren stets

in der großen Überzahl vorhanden. Das Schwammparenchym ist relativ dicht gefügt, erscheint auf dem Flächenbild in netzartigem Verband und weist hier Zwischenräume auf, deren Durchmesser meist 2- bis 3mal, höchstens 4mal so breit sind wie die umgebenden Zellen. — Am Mittelnerven schließt sich an die beiden Epidermen je ein einreihiges, in den Ecken verdicktes Kollenchym an, das oben klein- und unten großkaliberig ist. Oben folgt dann ein 3- bis 4-reihiges, kleinzelliges, dünnwandiges Kollenchym mit Intercellularen und unten ein 3reihiges, großzelliges, dünnwandiges Kollenchym mit Intercellularen. Diese beiden Gewebsschichten vereinigen sich seitlich des kollateralen Gefäßbündels, dieses ringförmig umschließend. Im gesamten Kollenchymbelag trifft man häufig grün gefärbtes Plasma bergende Zellen an. Mit Chloraljod läßt sich in vielen dieser Zellen und auch im Holzparenchym Stärke nachweisen. Besonders reich daran ist der das Gefäßbündel unmittelbar umschließende Zellgürtel (Stärkescheide).

Anwendung: Das frische, blühende Kraut wurde früher als blasenziehendes und hautrötendes Mittel, der Aufguß der getrockneten Blätter, sowie das Pulver gegen Krebsgeschwüre, Gicht, Rheumatismus, Verschleimung und Fieber gebraucht.

Charakteristische Merkmale für Clematis vitalba L.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits tief wellig- buchtig, gleichmäßig dünnwandig, chlorophyllhaltig.
3. Stomata nur unterseits; kleine, runde neben größeren, ovalen. Beide Arten nicht vorgewölbt.
4. Einreihige Schicht von sehr kurzen, meist 2- bis 6-armigen Palisaden. An den größeren Rippen unterbrochen.
5. Schwammgewebe auf dem Querschnitt horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild mit verzweigten Zellen netzartig zusammengeschlossen.
6. Kollaterale Gefäßbündel, von Zellen mit Chlorophyll durchsetzt. Siebteil nach unten hin deutlich abgegrenzt.

Kollenchymzellen vielfach grün und stärkeführend, dünnwandig.

7. Keulenförmige, zartwandige und lange, zugespitzte, einseitig verdickte, glatte, verholzte Haare auf beiden Seiten des Blattes.

Ranunculus.

Ranunculus ficaria L.

Synonyma: Ficaria ranunculoides Mönch, F. verna Hudson, F. calthaefolia Reichenbach u. a.

Die Blätter der etwa 15 cm hohen Pflanze sind gestielt, rundlich oder herz- oder nierenförmig, oben stumpf, bald ganzrandig oder geschweift oder großkerbig, zuweilen sogar spitzeckig, handnervig, ziemlich dick und fleischig, kahl, glänzend und sehr verschieden groß.

Frische Pflanzen aus dem Wiesetal in Oberbaden zur Ergänzung des Materials.

Mikroskop. Flächenbild. Handnerviges Blatt, von dessen größeren Rippen nur wenige Sekundärnerven abzweigen. Am Blattrande zeigt sich regelmäßig Schlingenbildung, und auch sonst in der Lamina ein vielfaches Anastomosieren. In den Maschen endigende Bündelchen werden nur hier und da angetroffen.

Epidermiszellen der Oberseite wellig-buchtig bis spitzbuchtig, teils ohne partielle Verdickungen, teils wenig in den Gipfeln der Bögen verstärkt. Nach dem Blattrande und den Strängen zu gehen sie in langgestreckte, wellige und am Rande selbst und über den Strängen in langgestreckte, geradwandige Zellen über. Zellinhalt grünlich mit Chloroplasten und runden Zellkernen. — Stomata verhältnismäßig groß und zahlreich, zum weitaus größten Teil oval und in Längsrichtung des Blattes orientiert. Sie sind meist von 4 oder auch 5, selten von 3 oder 6 Oberhautzellen, deren Wände auffallend weit unter die Schließzellen ragen, eingeschlossen und weisen eine mittlere Größe von 45 : 60 μ auf. — Haare kommen auf der Blattspreite nicht vor, nur an der Grenze zwischen Lamina und Blattstiel, wo die ersten Sekundärnerven abgehen, konnten wir

bei Musterung von 24 Blättern verschiedener Herkunft dreimal Trichome beobachten. Es sind dünnwandige, schlauchförmige, mitunter schwach gekrümmte, etwa 300 μ lange und 22 bis 24 μ breite Haare mit stumpfer Spitze. Sie stehen in einer Anzahl von 5 bis 6 Stück, unter denen auch Zwillingstrichome vorkommen, dicht beieinander. Es bedarf keiner näheren Begründung, daß eine derartige, nicht konstante Behaarung für differential - diagnostische Zwecke nicht ausgewertet werden kann. — Nestler (Lit. 24, S. 291) gibt an, daß einfache Trichome und auch Zwillinge vereinzelt auf den Nerven der Oberseite vorkommen. Diesen Befund konnten wir in keinem Falle bestätigen. Goffart (Lit. 9) entledigt sich der Beantwortung der Frage der Behaarung, indem er an den Schluß seiner Histologie von R. ficaria setzt: „Poils ?". Hieraus scheint hervorzugehen, daß Goffart ebenfalls Haare nicht beobachten konnte.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind im allgemeinen tiefer wellig-buchtig bezw. spitz-buchtig als oberseits. In den Wandverdickungen und in den Zellformen der Rand- und Nervenpartien, sowie im Zellinhalt treten bezeichnende Unterschiede von der Oberseite nicht auf. Spaltöffnungen sind zahlreich vorhanden und gleichen denen der Oberseite. Keine Trichome.

Querschnitt. Kutikula dünn und glatt überlaufend, nur ober- und unterhalb der einzigen, geringen Gewebsausbuchtung am Hauptnerven äußerst fein geschlängelt. — Außenwände der Epidermiszellen verhältnismäßig dünn und gewöhnlich nach außen leicht vorgewölbt, am Blattrande und an den größeren Rippen etwas mehr verdickt. Die oberen Epidermiszellen sind durchschnittlich größer als die unteren, und beiderseits bestehen beträchtliche Größen- und Formunterschiede. Große, langgestreckte und große rundliche Zellen wechseln mit ebensolchen kleineren Formates ab, ihre Innenwände sind hin und wieder stark nach dem Mesophyll zu ausgebuchtet. Unterhalb des Hauptnerven verhältnismäßig kleine und fast kreisrunde Zellen, denen oberhalb nur 3 bis 4 Stück der gleichen

Art gegenüberstehen. Die beiderseits deutlich vorgewölbten und ziemlich dickwandigen Schließzellen sind knapp $^2/_3$ so hoch wie die benachbarten Oberhautzellen, die als solche von mittlerer Größe sind.

Die stabförmigen, jedoch nicht sehr ebenmäßig gebauten, in ihren Seitenwandungen öfters verbogenen Palisaden sind einreihig und sehr locker aufgestellt, 30 bis 35 μ breit und 75 bis 90 μ lang und erreichen $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Blattdicke. An den größeren Strängen und unter den Spaltöffnungen, infolge der Einschiebung großer Atemhöhlen, erfährt die Palisadenschicht jeweils Unterbrechungen. Das sehr lockere Schwammparenchym verläuft teils kettenartig in vertikaler, teils längsgestreckt in horizontaler Richtung. Auf dem Flächenbild schließen seine verzweigten Zellen netzartig aneinander und grenzen dabei Intercellularräume ab, die 2- bis 5mal breiter sind als die Zellen selbst. — Das kollaterale Gefäßbündel des Hauptnerven ist umschlossen von 2 Reihen wenig verdicktem, kleinzelligen Kollenchyms, einem oben 3reihigen, farblosen Inhalt führenden und unten 4reihigen, mehr oder weniger großzelligen, dickwandigen, größere und kleinere Intercellularen aufzeigenden Parenchymgewebe, dem die beiden Epidermen sich anschließen. Chloraljod löst, sofern die Zellen des Belages grün gefärbtes Plasma enthalten, eine stark positive Stärkereaktion aus.

Anwendung: Das Kraut sowie auch die ganze Pflanze (als Radix et herba Chelidonii minoris) dienten früher als Mittel gegen Brustkrankheiten, Skorbut, Skropheln und Haemorrhoiden. — Die Blütenknospen sind als Surrogat für Kapern verwendbar.

Ranunculus acris L.

Synonyma: Ranunculus napellifolius Crantz u. a.

Das kräftige Rhizom treibt nach oben einen 30 bis 100 cm hohen, beblätterten Stengel, der am Grunde von mehreren langgestielten Basalblättern umgeben ist. Basalblätter handförmig, 3- bis 5fach geteilt mit fast rautenförmigen, eingeschnitten-spitzgezähnten Zipfeln. Die wech-

selständigen Blätter des Stengels, von denen nur die oberen 3teilig mit linealischen Abschnitten und ungestielt sind, haben gleiche Gestalt wie die Wurzelblätter. Alle 3 Arten der Blätter sind angedrückt behaart.

Mikroskop. Flächenbild. Obere Epidermiszellen gleichmäßig zartwandig und von wellig- buchtigem Charakter, der nach der Blattspitze zu stärker, nach der Blattbasis zu schwächer ausgeprägt ist. An den Basalstellen der Haare in der Regel rosettenartige Anordnung der Zellen, über den Strängen am Blattrande längsgestreckt und gradwandig. Keine Kutikularfaltung; Inhalt Chlorophyll und fast runde Zellkerne. Nestler (Lit. 24, S. 292) und Goffart (Lit. 9) haben auf der Blattoberseite vereinzelte Stomata beobachtet. Bei unserm Material verschiedener Herkunft waren oberseits Luftspalten nicht feststellbar.

Haare treten oberseits in 2 Formen auf. Die keulenförmigen, dünnwandigen, in den Nervenrinnen sehr spärlich auftretenden Haare sind im Mittel 82 μ lang und im oberen Teil 29 μ, im unteren 10 μ breit (Fig. IX, 1). Die gedrungen-schwertförmigen, kurzspitz zulaufenden, dickwandigen, in ihrer Länge sehr variierenden, meist geknickt eingesetzten und daher anliegenden Haare finden sich überall und besonders reichlich auf den Strängen (Fig. IX, 2). Ihre Länge schwankt zwischen 45 bis 1410 μ, und zwar trifft man vorwiegend größere Trichome, die in der Nähe der Insertionsstelle 35 bis 45 μ breit sind, in der oberen Partie des Blattes, während nach der Blattbasis zu die minder langen Trichome überwiegen. Dieselben dickwandigen Haare finden sich regelmäßig am Blattrande, wo sie, retortenartig eingesetzt und nach der Blattspitze zu abgebogen, sich diesem anschmiegen und stets kräftig gebaut sind (Fig. IX, 3). Mit Phloroglucin-Salzsäure färben sich nur die dickwandigen Haare rot.

Untere Epidermiszellen tief wellig-buchtig bis spitzbuchtig, an den Spitzen der Ausstülpungen oft mit knötchenförmigen Verdickungsleisten. Nach der Blattbasis zu weniger stark ausgebuchtet, ebenso am Blattrande und hier längsgestreckt. Über den Strängen geradwandige,

recht- oder spitzwinkelig mit den Schmalseiten aneinanderstoßende, gestreckte Oberhautzellen mit gleichmäßig starken Wänden. Keine Kutikularleisten; Zellinhalt wie oberseits. — Spaltöffnungen zahlreich, nicht ausgerichtet, im Durchschnitt 35 μ breit und 45 μ lang. Die umgebenden Oberhautzellen, 5, 6 oder 7 an der Zahl, sind mit einem Teil ihrer Wandungen regelmäßig unter den Schließzellen sichtbar und zeigen in deren Nähe vielfach knoten- oder zapfenförmig erscheinende Verdickungen. Das Flächenbild erinnert hinsichtlich des Charakters der Zellwände deutlich an das von Cimicifuga racemosa Nutt., jedoch fehlt die auf die Stomata zulaufende Kutikularfaltung. — Die für die Unterseite typischen, von denen auf der Oberseite verschiedenen, meist abstehenden Haare kommen auf der ganzen Spreite sehr reichlich vor, im besonderen noch an den Rippen (Fig. IX, 4). Die Länge schwankt zwischen 215 und 1320 μ, die Breite der größeren Trichome in der Nähe der Insertionsstelle liegt bei 15 μ, ist also um mehr als die Hälfte geringer als bei den oberseitigen Haaren. Nicht selten kommen die Trichome unterseits auch zu Paaren vor, sich mit ihren Basen unmittelbar berührend. Kürzere Haare sind weniger häufig als auf der Blattoberseite. Phloroglucin-Salzsäure färbt die Haare rot. Nestler (Lit. 24, S. 291) beobachtete vereinzelte, kleine Kristalle von oxalsaurem Kalk in den Trichomen. Wir fanden keine Möglichkeit, diesen Befund zu bestätigen.

Querschnitt. Kutikula dünn und glatt überlaufend, an den größeren Nerven sehr fein geschlängelt. Epidermiszellen meist horizontal gestreckt, oberseits etwas größer als unterseits, an den stets sehr stattlichen Ausbuchtungen unter den größeren Nerven und oberseits in den Nervenrinnen auffallend klein und isodiametrisch. Ab und zu bemerkt man unterseits der Nerven emporgehobene Zellkomplexe, in denen dickwandige Trichome inseriert sind. In den an den größeren Nerven gelegenen Oberhautzellen ist regelmäßig Chlorophyll zu finden, sonst nur hin und wieder. — Schließzellen in ihren Wänden ziemlich stark verdickt, $^2/_3$ so hoch wie die anderen Epidermiszellen,

stets stark vorgewölbt. Ihre inneren Hörnchen sind nur rudimentär angedeutet oder fehlen ganz. — Die Haare sind beiderseits etwas tiefer als die Epidermis eingesenkt. Die oberseitigen sind viel häufiger retortenartig abgebogen als die unterseitigen, dünneren Trichome, die, trotz häufigen, geknickten Einbaues, zumeist senkrecht zur Lamina stehen. Die Haare der Oberseite sind ferner regelmäßig im Basalteil von Porenkanälen durchzogen, die unterseitigen nur seltener.

Die einreihig und dicht gestellten, cylindrischen Palisaden sind an den größeren Nerven unterbrochen und im Mittel 17 μ breit und 40 bis 50 μ hoch. Mit dieser Länge erreichen sie $^1/_4$ der Blattdicke. Die Angaben Nestlers (Lit. 24) über die Größe der Palisaden sind unter sich nicht ganz in Übereinstimmung zu bringen, da er einmal (S. 293) als Länge der Palisaden die Hälfte der Blattdicke und später (S. 301) als Verhältniszahlen für Palisadenschicht und Höhe der Lamina 73 : 205 μ angibt. Beide Befunde weichen auch von den unsrigen ab. Vielleicht hat Nestler ein Blatt von hoher Insertionsstelle oder die Spitzenregion eines Blattes vorgelegen, 2 Fälle, in denen stets ausgesprochener Sonnenblattcharakter zu verzeichnen ist. — Das locker gebaute, horizontal gestreckte Schwammparenchym nähert sich in den Ausbuchtungen an den größeren Nerven ziemlich weit von den Seiten her dem Gefäßbündel. Auf dem Flächenbild gleicht das Schwammgewebe dem von R. ficaria L. — Am Mittelnerven schließen sich der oberen, sehr kleinzelligen Epidermis an: einreihiges, kleinzelliges, dickwandiges Kollenchym ohne Intercellularen, zweireihiges, dünnwandiges Kollenchym aus etwas größeren Zellen, einreihige Parenchymscheide, kollaterales Gefäßbündel, dessen Siebteil gut abgesetzt ist und in dessen Holzteil häufig kleine, runde, chlorophyllhaltige Parenchymzellen liegen, zweireihige Parenchymscheide, vierreihiges, großzelliges Kollenchym mit großen Intercellularen, einreihiges, dickwandiges Kollenchym ohne Intercellularen, untere Epidermis. In dem vielfach grünen Inhalt der Zellen des gesamten Kollenchymbelags läßt sich mit Chloraljod Stärke nachweisen, ausgenommen sind hiervon die Epidermiszellen.

Anwendung: Das Kraut der Pflanze war früher als Herba Ranunculi acris in arzneilichem Gebrauch; das Gebiet seiner Indikationen deckte sich ungefähr mit dem bei Anemone pulsatilla L. angegebenen.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig oder spitzbuchtig, dünnwandig und chlorophyllhaltig. Zellkerne rund.
3. Stomata oval, vorgewölbt. Die umgebenden Epidermiszellen sind auf dem Flächenbild unter den Schließzellen gut sichtbar.
4. Einreihige Schicht stabförmiger Palisaden, an den größeren Strängen unterbrochen.
5. Schwammgewebe sehr locker; netzartiger Zusammenschluß seiner verzweigten Zellen auf dem Flächenbild, in dem die Intercellularräume 2- bis 5mal breiter sind als die Zellen.
6. Kollaterale Gefäßbündel mit gut abgesetztem Siebteil. In dem teilweise grünen Inhalt führenden, von Intercellularen durchsetzten Kollenchym ist mit Chloraljod Stärke nachweisbar.

Differenzierung der Arten.

1. Haare auf der Lamina nicht vorhanden. Stomata beiderseits, ziemlich gut ausgerichtet.
   Ranunculus ficaria L.
2. Oberseits keulenförmige, dünnwandige und zugespitzte, dickwandige, glatte, verholzte Haare, letztere auch am Blattrande; unterseits die gleichen zugespitzten Haare, jedoch schlanker. — Basalteile der zugespitzten Haare oft mit Porenkanälen durchsetzt. Stomata unterseits, nicht ausgerichtet. Ranunculus acris L.

Thalictrum.

Thalictrum flavum L.

Synonyma: Thalictrum simplex D. C., Th. nigricans Jacquin, Th. anonymum Wallroth, Th. heterophyllum Lejeune, Th. rufinerve Lejeune und Courtois, u. a.

Das kriechende Rhizom treibt aufrechte, bis über meterhohe Stengel, die in Abständen von 10 bis 12 cm mit wechselständigen, mehr oder weniger kurz gestielten, doppelt oder einfach gefiederten Blättern besetzt sind. Blättchen verkehrt-eiförmig oder lanzettlich, am Grunde keilförmig, einfach oder am Ende dreilappig bis dreispaltig, die obersten oft lineal-lanzettlich, alle kahl, oberseits dunkelgrün, unterseits graugrün und mit stark vorspringenden Rippen versehen. Die einzelnen, zwischen den Nerven gelegenen Partien der weichen Lamina sind blasenartig emporgehoben. Blattrand nach unten umgebogen und etwas eingerollt.

Mikroskop. Flächenbild. Hauptnerv und Seitennerven sind durch zahlreiche Anastomosen miteinander verbunden, ihre letzten Ausläufer endigen blind in den Maschen. Der Mittelnerv schwillt in der Blattspitze kurz vor dem Erlöschen nochmals an.

Epidermiszellen der Oberseite sehr klein, dünnwandig von polygonalem Bau, der nur ab und zu durch geschweifte Zellwände gestört wird. Über den Strängen längsgestreckte Zellen mit etwas stärkeren Seitenwänden. Alle Oberhautzellen sind gleichmäßig stark in ihren Wandungen und enthalten grünlich gefärbtes Plasma. Luftspalten und Haare sind nicht vorhanden.

Auch die Epidermiszellen der Unterseite fallen durch ihre geringe Größe und ihre schwach wellig-polygonalen bis rein polygonalen Formen auf (Fig. IX, 5). Gleichmäßig dünne Wandungen, die nur in den langgestreckten Zellen über den Rippen an Stärke etwas zunehmen. Inhalt grünlich gefärbtes Plasma. Nicht weniger fällt in die Augen das massenhafte Auftreten von charakteristischen, kleinen und kleinsten, rundlichen Spaltöffnungen, die bunt durcheinander gemischt liegen. Zwischen den Grenzformen 13 : 15 und 25 : 28 μ sind alle Zwischengrößen vertreten; öfters liegen Stomata, deren Flächenunterschiede sich wie 1 : 3 oder 1 : 4 verhalten, ganz nahe beieinander. Sie sind in der Regel von 4, 5 oder 6 Epidermiszellen umgrenzt und in einer bestimmten Richtung nicht orientiert. — Haare

in Form eines gedrungenen Trommelschlägels sind zahlreich auf den größeren und kleineren Rippen, aber auch auf der übrigen Lamina regelmäßig zu finden (Fig. IX, 6). Sie sind im Mittel 130 μ (Min. 110, Max. 150 μ) lang, an der Basis etwas verjüngt und bergen grünlichen, plasmatischen Inhalt. — Bei tieferer Einstellung des Mikroskops treten auf beiden Flächenbildern rundliche, dichtgestellte Zellen (Palisaden) in die Erscheinung; netzartig verbundene, langgestreckte Zellen sind nicht auffindbar.

Querschnitt (Blättchen). Am Gesamtbild sind bemerkenswert der eingerollte Blattrand, die stattlichen Ausbuchtungen an den größeren Nerven und die relativ dünne Lamina, die im Bogen geschwungen eine Rippe mit der anderen verbindet. Die weiche Lamina ist meist 150 bis 160 μ dick, die Höhe der Gewebsschichten am Hauptnerven beträgt rund 600 μ.

Kutikula dünn und glatt überlaufend, an den größeren Strängen verstärkt und hier an den Einkerbungen zwischen den vorgewölbten Epidermiszellen ösenartig eingefaltet. Außenwände der Oberhautzellen oberseits schwächer, unterseits stärker papillös vorgewölbt, am Blattrande und an den Rippen besonders verdickt. Epidermiszellen oberseits langgestreckt, über den größeren Strängen und an der ganzen unteren Seite etwa isodiametrisch. Inhalt grünlich gefärbtes Plasma, besonders reichlich in den an den größeren Strängen gelegenen Oberhautzellen. Stomata zahlreich, eingesenkt und nicht selten von schützenden Papillen beschirmt, etwa halb so hoch wie die Epidermiszellen. In ihren Wandungen sind die Schließzellen mittelstark verdickt, innere Hörnchen sind an ihnen nicht wahrnehmbar. — Die Trichome sind in voller Tiefe der Epidermis mit keilförmigem Basalteil inseriert, die benachbarten Zellen stehen zuweilen nach dem Haar zu etwas schräg aufgerichtet.

Dicht gestellte, cylindrische Palisaden ober- und unterseits, an den größeren Strängen regelmäßig unterbrochen. Die Anordnung in Schichten, von denen man oberseits 2 bis 3, unterseits 1 bis 2 annehmen kann, ist

häufig undeutlich und verwischt. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Palisaden in ihrer Länge sehr variieren und sich einzeln oder gruppenweise in vertikaler Richtung aneinander vorbeischieben (Fig. IX, 7). Auch in den zunächst uniform erscheinenden Verbänden von mehreren Palisaden erkennt man unter letzteren bei näherer Prüfung solche, die — übereinanderstehend — nur halb so lang sind, wie die übrigen. Während in der mittleren Partie des Blattes die obersten Palisaden die darunter liegenden noch merklich an Länge übertreffen, ist dieser Unterschied auf dem durch die Spitze des Blattes geführten Querschnitt fast ausgeglichen. Hier stehen gleichmäßigere und längere Palisaden, und das Schwammgewebe, das auf dem Querschnitt durch die Mitte der Längsachse noch knapp $^1/_4$ der Blattdicke ausmacht, tritt fast völlig zurück. Die Zellen des sehr dicht gefügten Schwammparenchyms zeigen stets einen kreisrunden Querschnitt. — Am Mittelnerven liegen: obere Epidermis; 8- bis 9reihiges, erst stärker, dann schwächer in Wandungen und Ecken verdicktes, relativ kleinzelliges Kollenchym ohne Intercellularen; kollaterales Gefäßbündel mit gut abgesetztem Siebteil und kleinzelligem, die einzelnen Gefäße ringförmig umschließenden Holzparenchym mit dunkelgrünem Inhalt; 14- bis 15reihiges Kollenchym, in dem nach unten zu Zellengröße, Wandverdickungen und Anzahl der Intercellularen zunehmen; 1 reihiges, kleinzelliges, in Wandungen und Ecken besonders stark verdicktes Kollenchym und untere Epidermis. In den Zellen des Kollenchymbelags, die grün gefärbtes Plasma enthalten, läßt sich mit Chloraljod Stärke nachweisen.

Anwendung: Das Kraut und auch die Wurzeln der Pflanze fanden früher als Diuretikum, Purgans, Intermittens und bei Icterus und Epilepsie arzneiliche Verwendung. — Nach dem Genusse der Wurzeln, die nach Wehmer (Lit. 41, S. 204) Berberin enthalten, bekommen die Körperausscheidungen eine hochgelbe Farbe.

Beim Studium des über die Gattung Thalictrum bestehenden, anatomischen Schrifttums stießen wir bei Engler-Prantl (Lit. 5, S. 47) auf die Angabe, daß auf den Blättern von Th. foetidum zuweilen einreihige, hier und da an der Spitze drüsige Haare vorkommen. — Solereder (Lit. 30, S. 19) weist darauf hin, daß bei Th. angustifolium Jacq., Th. foetidum L. und Th. purpurascens L. neben einzelligen Deckhaaren auch einzellreihige Deckhaare aus langen Zellen vorkommen. — Goffart (Lit. 9) beobachtete bei Th. foetidum dimorphe Haare; außer kurzen, kopfigen auch längere, dünnwandige, bandartig-cylindrische, in einem Sockel inserierte, einzellige oder einreihig-mehrzellige Haare auf der Blattunterseite. — Solereder (Lit. 30, S. 19) beschreibt auf Grund eigener Beobachtung für Th. foetidum schlauchförmige Drüsenhaare, ähnlich denen von Ranunculus und Helleborus, neben solchen, die eine mehr oder minder deutliche Gliederung in einen längeren, im unteren Teile etwas ausgebauchten Stiel und in ein kugeliges Köpfchen erkennen lassen. Beide Formen stehen zuweilen auf einem kegelförmigen Postament aus Epidermiszellen.

Im Hinblick auf unseren obigen, in mancher Beziehung für ein Ranunculaceenblatt ungewöhnlichen Befund bei Th. flavum, auf den wir in unseren Schlußbetrachtungen noch zurückkommen werden, erschienen uns diese Angaben belangreich genug, um auf eine Nachforschung nach mehrzelligen Haaren bei Th. foetidum L., von dem uns Material verschiedener Herkunft zur Verfügung stand, einzutreten. Ein pharmazeutisches Interesse kann die Pflanze allerdings nicht beanspruchen.

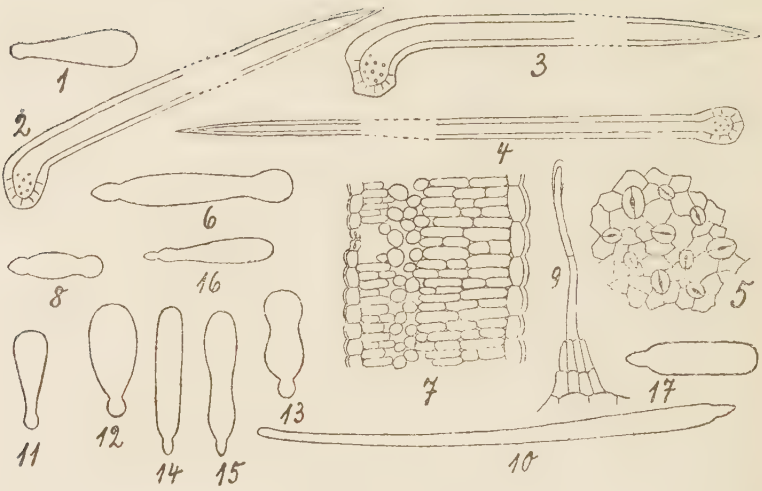
Wir fanden, daß bei Th. foetidum L. einzellige, dünnwandige, im Mittel 55 μ lange Haare von der Form eines Trommelschlägels und einzellige, seltener zweizellige, meist etwa 250 μ lange, an der Basis 15 μ breite, bandförmige, hin- und hergebogene, dünnwandige Haare vorkommen (Fig. IX, 8 und 9). Im Gegensatz zu Goffart (l. c.) trafen wir beide Arten der Trichome auf beiden Blattseiten regelmäßig an. An den fingerförmigen Enden

der fast durchgehends auf stattlichen Postamenten inserierten Haare beobachteten wir wiederholt die emporgehobene Kutikula oder doch Fetzen, die nach ihrer Sprengung dort sitzen geblieben waren. Wenn Solereder unter der obigen, eigenen Angabe die von uns als trommelschlägelförmig bezeichneten Haare meint und als gegliederte Haare solche ansieht, die, wie unter diesem Ausdruck allgemein gebräuchlich, aus mehreren Zellen bestehen, so fanden wir diese überhaupt nicht. Stiel und angeschwollenes, kopfiges Ende erwiesen sich stets als eine einzige Zelle. Eine Trennungswand ist von uns trotz eifriger Nachforschung nicht gefunden worden.

Wie man leicht übersieht, ist allein schon in der Art der Behaarung ein Mittel zur Unterscheidung der 2 von uns untersuchten Species der Gattung Thalictrum geboten. Th. flavum ist nur unterseits behaart, Th. foetidum auf beiden Blattseiten.

Charakteristische Merkmale für Thalictrum flavum L.

1. Blattbau: beiderseits Palisaden.
2. Epidermiszellen beiderseits polygonal bis schwachwellig-polygonal, sehr klein, gleichmäßig dünnwandig, chlorophyllhaltig. Auf dem Querschnitt oft papillös vorgewölbt, an den Haaren Ansätze zur Sockelbildung.
3. Stomata nur unterseits, zahlreich, fast rund, unterschiedlich in ihrer Größe, oft sehr klein, in die Epidermis eingesenkt.
4. Stabförmige, oft geteilte, dicht gestellte Palisaden, oberseits stets mehrreihig, an den größeren Nerven unterbrochen. Palisadengewebe: Blattdicke = 2 : 3.
5. Zellen des Schwammgewebes rund, relativ dicht gestellt.
6. Kollaterale Gefäßbündel, von chlorophyllhaltigen Zellen durchsetzt. Siebteil nach unten hin deutlich abgegrenzt. Kollenchymbelag umfangreich (über 20 Reihen), teilweise chlorophyllhaltig.
7. Unterseits trommelschlägelförmige Haare mit keilförmigem Basalteil und grünlichem, plasmatischen Inhalt.



Tafel IX.

1. Ranunculus acris L., i. M. 82 μ.
2. „ „ „ } 45—1410 μ.
3. „ „ „ }
4. „ „ „ 215—1320 μ.
5. Thalictrum flavum L., untere Epidermis.
6. „ „ „ 110—150 μ.
7. „ „ „ Querschnitt d. Blättchen.
8. Thalictrum foetidum L., i. M. 55 μ.
9. „ „ „ etwa 250 μ.
10. Adonis vernalis L., 370—650 μ.
11. „ „ „ i. M. 88 μ.
12. „ „ „ i. M. 100 μ.
13. „ „ „ i. M. 95 μ.
14. „ „ „ }
15. „ „ „ } 80—170 μ.
16. „ „ „ }
17. „ „ „ i. M. 130 μ.

Adonis.

Adonis vernalis L.

Synonyma: Adonis apennina L., A. davurica Reichenbach, A. pratensis Ledebour, u. a.

Die 15 bis 30 cm hohen Triebe des Rhizoms tragen unterhalb gestielte, oberhalb stengelumfassende, abwechselnd

gestellte, 2- bis 3fach gefiederte Blätter mit fein linealischen, spitzigen, wenig behaarten Blättchen.

Mikroskop. Flächenbild. Bei Herrichtung der Schnitte ist zu beachten, daß die Epidermiswände in Glycerin, Chloralhydratlösung u. a. leicht quellen und verändert werden. So verschwinden in Chloralhydrat die perlschnurartigen Verdickungen der Seitenwände schon nach kurzer Zeit. Wir empfehlen, zum Einbetten der Schnitte nur Wasser zu benutzen.

Epidermiszellen der Oberseite in Richtung der Fiedersegmente langgestreckt und wellig-buchtig, über den kleineren Nerven schmaler und wenig gewellt, über den größeren geradwandig mit meist rechtwinkeligen Querwänden. In allen Seitenwänden zahlreiche Porenkanäle in den sonst gleichmäßigen Wandverdickungen. Zellinhalt grünlich gefärbtes Plasma. Über die ganze Spreite hinweg gut ausgeprägte, in Richtung der Längsachse des Segmentes verlaufende Kutikularfaltung, deren Konstanz wir an 5 Pflanzen verschiedener Herkunft feststellen konnten. Auf diese allgemeine Kutikularfaltung hat schon Kurer (Lit. 17, S. 82) aufmerksam gemacht, dagegen hat Mitlacher (Lit. 22, S. 337) nur über den Strängen Kutikularleisten beobachtet. Möglicherweise hat das von letzterem benutzte Aufhellungsmittel die Außenwände der Epidermiszellen verquollen und dadurch die an sich etwas schwächeren Kutikularfalten auf der weichen Lamina zur Streckung gebracht.

Trichome kommen nur oberseits in der unteren Partie der Blättchen vor, sodaß sie in der Mitte der Spreite in der Regel bereits fehlen. Das von uns untersuchte Material war auch in der Art und in dem Grade seiner Behaarung in der basalen Hälfte sehr unterschiedlich, jedoch konnten gänzlich kahle Blätter nicht beobachtet werden. — Anscheinend handelt es sich um 2 Typen von dünnwandigen Haaren, um lange, schlauchförmige, oben fingerförmig abgerundete, in ihrer Form beständigere (Fig. IX, 10), die meist 460 bis 480 μ lang (370 und 650 μ als Grenzwerte) und am Grunde 24 μ breit (22 und 35 μ als Grenzwerte)

werden, und um kürzere, keulenförmige, in Form und Größe variable Trichome. Wie aus den Figuren IX, 11 bis 17 zu ersehen ist, kommen ausgesprochen keulenförmige, im Mittel 88 μ lange und 37 μ breite (Fig. IX, 11), blasenförmige, 100 μ lange und 47 μ breite (Fig. IX, 12), in der Mitte eingebuchtete, 95 μ lange und 40 μ breite (Fig. IX, 13), schlauchförmige bis schwach keulenförmige, 80 bis 170 μ lange und 25 bis 30 μ breite (Fig. IX, 14 bis 16) und gedrungene, parallelwandige, 130 μ lange und 42 μ breite Haare (Fig. IX, 17) vor. Alle Arten kommen am Blattrande — unter der angegebenen Einschränkung — vor, die langen Haare (Fig. IX, 10) vereinzelt auch auf der Blattspreite, und die zuletzt beschriebene Art (Fig. IX, 17) selten auch über dem Mittelnerven. — Kurer (Lit. 17, S. 82) bezeichnet das Blatt als unbehaart. Vermutlich hat Kurer zufällig nur die oberen Teile der Blättchen geprüft. Kramer (Lit. 16, S. 311 und Taf. I, Fig. 4) beschreibt keulige, 77 μ lange und an der Basis 8,7 μ breite, oben kurzspitz zulaufende Haare. Derartig zugespitzte Haare konnten wir nirgends auffinden.

Die Zellformen der unteren Epidermis gleichen im allgemeinen denen der Oberseite, jedoch sind neben gerundeten auch spitz-buchtige Ausstülpungen der Seitenwände häufig zu beobachten. Außer den perlschnurartigen Wandverdickungen sind ferner auch knötchen- und zapfenförmige vorhanden. In allen Teilen der Unterseite deutliche, längsgerichtete Kutikularfalten. Die in dem grünlich gefärbten Plasma gut sichtbaren Zellkerne schwanken sehr in ihrer Gestalt zwischen einer rundlich-ovalen und wetzsteinförmigen. — Die ovalen, in Richtung der Längsachse der Abschnitte orientierten, meist von 4, ausnahmsweise von 5 Epidermiszellen eingeschlossenen Stomata wechseln sehr in ihrer Größe. Die Maße lassen sich zwischen 32 : 40 und 43 : 60 μ eingrenzen; häufigere Größen sind 37 : 46 und 40 : 50 μ. — Nach Solereder (Lit. 31, S. 1) ist die Gattung Adonis durch beiderseits auftretende Luftspalten ausgezeichnet. Diese Angabe bedarf nach obigem Befund einer Einschränkung; auch Mitlacher (Lit. 22, S. 337),

Kramer (Lit. 16) und Zörnig (Lit. 46, Bd. I, S. 263) haben bei Adonis vernalis Stomata nur auf der Blattunterseite beobachtet.

Querschnitt (Blattsegment). Kutikula mittelstark und stets dicht wellig, über den vertikalen Seitenwänden der Epidermiszellen ösenartig eingefaltet. In beiden Epidermen wechseln isodiametrische Zellen mit mäßig langgestreckten ab, die nach außen, sowie nach dem Mesophyll zu vorgewölbt sind. An den größeren Strängen relativ kleine, isodiametrische Oberhautzellen. Außenwände der oberen Epidermiszellen etwas dicker als die der unteren, am Blattrande und an den größeren Rippen noch besonders verstärkt. Die Schließzellen zeigen innere und äußere Hörnchen, sind in ihren Wandungen mäßig verdickt, erreichen fast die Höhe der Epidermiszellen und treten über deren Niveau etwas hervor. Nach Kramer (Lit. 16) liegen die Stomata tiefer als die übrige Epidermis. Unser Befund, der sich mit dem von Mitlacher (Lit. 22) und Kurer (Lit. 17) deckt, steht hierzu im Gegensatz. Die einreihige, an den größeren Nerven unterbrochene Palisadenschicht besteht aus einem Gemisch von stabförmigen und breiten Armpalisaden, die nur oberhalb oder beiderseits gegabelt auftreten. Ihre Höhe schwankt zwischen 47 und 67 μ, erreicht damit meist reichlich $^1/_4$ der Blattdicke und nimmt nach dem Blattrande zu in der Regel etwas ab. Die Angaben von Kramer (Lit. 16), nach denen die Breite der Palisaden rund $^1/_3$ ihrer Höhe betragen soll, dürften sich wohl nur auf die cylindrischen Zellen beziehen. Die vorhandenen Armpalisaden, von Kramer nicht erwähnt, sind relativ viel breiter. Goffart (Lit. 9) hat nur einfache Palisaden gefunden. Demgegenüber haben wir darauf hinzuweisen, daß auch Mitlacher (Lit. 22, S. 337) das Vorkommen von Armpalisaden feststellt und Solereder (Lit. 31, S. 1) hierüber berichtet. Das Schwammgewebe weist ein verhältnismäßig dichtes Gefüge auf, seine sternförmigen Zellen erscheinen auf dem Flächenbild netzartig aneinandergeschlossen unter Ausbildung von Intercellularräumen, deren Durchmesser der Zellenbreite etwa gleichen. —

Gefäßbündel kollateral, in der Basis des Blattsegmentes am Siebteil bald mit, bald ohne Sklerenchymfaserscheide, die stets nur kleineren Umfanges und in der Mitte des Blattsegmentes bereits verloren gegangen ist. Hier sind ausnahmslos nur zu verzeichnen: obere Epidermis, 2- bis 3reihiges, dünnwandiges Kollenchym, Gefäßbündel mit ringförmiger Parenchymscheide, 4- bis 5reihiges, allmählich großzellig und dickwandig werdendes Kollenchym, untere Epidermis. Vereinzelte Zellen des Belages mit grünlich gefärbtem, geschrumpften Plasma; nirgends Intercellularen. Kramer (Lit. 16) stellt Gefäßbündel mit Sklerenchymfasern für das Blatt von A. vernalis fest. Ein Hinweis darauf, daß diese Erscheinung nicht konstant und daher nicht allgemein gültig ist, erscheint uns angezeigt.

Anwendung: Die Pflanze kommt mit oder ohne Blüten als Droge in den Handel. Das blühende Kraut ist als Herba Adonidis in Spanien, Italien, Griechenland, Rußland, Österreich und in der Schweiz officinell und gilt als eines der wertvollsten Heilmittel. Vor den Digitalisblättern, mit deren Wirkung die Adonisblätter Ähnlichkeit zeigen, haben sie den Vorzug, nicht kumulierend zu wirken. Ferner finden die Blätter als Diuretikum, bei chronischer, diffuser Nephritis, Hydrops, Angina pectoris und Nicotinintoxicationen arzneiliche Verwendung.

Adonis aestivalis L.

Synonyma: Adonis flammea Schleich, A. flava Vill., A. miniata Jacquin, A. maculata Wallroth, A. citrina Hoffmann, u. a.

30 bis 50 cm hohe Pflanze mit abwechselnden, 2- bis 3fach gefiederten, unterhalb kurzgestielten, weiter oben stengelumfassenden Blättern. Die sehr schmalen, etwas stielrunden Abschnitte sind zugespitzt.

Ergänzendes Material: aus dem Staatsherbarium in München.

Mikroskop. Flächenbild. Die Sekundärnerven ziehen sich in einiger Entfernung vom Blattrande diesem

parallel nach der Spitze zu empor und sind stets durch einige Anastomosen verbunden. In der Blattspitze schwellen sie, ebenso wie der Mittelnerv, vor dem Erlöschen noch einmal beträchtlich an unter Ausbildung von seitlich anliegenden, gefäßähnlichen Zellen, wie sie bereits bei Nigella sativa festgestellt wurden (Unterschied von Adonis vernalis).

Epidermiszellen der Oberseite langgestreckt in Richtung der Längsache des Blattsegmentes, nach der Spitze zu stärker wellig-buchtig, an der Basis mehr geradwandig. Über dem Mittelnerven des Blattabschnittes und in seiner näheren Umgebung, wo die Zone der Spaltöffnungen noch nicht begonnen hat, finden sich öfters Zellen, die nochmals geteilt erscheinen (Fig. X, 1). Die Teilungswand verläuft in diesen Fällen nicht buchtig, sondern gerade. Diese Erscheinung wurde nur bei A. aestivalis beobachtet und könnte vielleicht mit als Charakteristikum dieser Art dienen. Möglicherweise sind diese Trennungswände auf frühzeitige, nicht zur Entwicklung gelangte Spaltöffnungsanlagen zurückzuführen, indem diese Zellen später in Streckung gingen. A. aestivalis besitzt auf der Oberseite Stomata, A. vernalis nicht, und bezeichnenderweise kommen bei letzterer jene eigenartigen Zellen nicht vor. Die Längsdurchmesser der Mehrzahl der Epidermiszellen sind gewöhnlich 4- bis 6mal so groß wie die zugehörigen Querdurchmesser, und die Zellen erwecken einen beträchtlich schmaleren und längeren Eindruck als die von A. vernalis. Allgemein verbreitete, kräftige Kutikularfaltung, wie bei letzterer, ist nicht vorhanden, sie findet sich nur am Blattrande und an den Basalstellen der seltenen, keuligen Trichome, auf die sie strahlenartig zuläuft. In den schwach verdickten Seitenwänden Porenkanäle in gewissen Abständen, nicht so säufig und nicht so markant wie bei A. vernalis. Luftspalten groß, oval, in Längsrichtung der Blattabschnitte orientiert und in etwa 2 bis 3 Reihen nahe und parallel dem Blattrande entlang laufend. Ihre Größe ist mit 47 : 58 μ im Mittel ziemlich einheitlich, die Zahl der umgebenden Epidermiszellen beträgt 4 oder 5. Unter den Spaltöffnungen, und besonders auch auf der Blatt-

spitze, sind solche, die zufolge ihres weit klaffenden Spaltes als Wasserspalten anzusprechen sind. Regelmäßig sind derartige Wasserspalten ferner außen auf dem Blattrande anzutreffen, und zwar im Sinne der Palisaden senkrecht gestellt.

Epidermiszellen der Unterseite im allgemeinen stark wellig-buchtig und sehr langgestreckt, einzig nach der Blattspitze zu findet man ab und zu auch weniger gestreckte Zellen vor. Über dem Mittelnerven der größeren Blattfiedern liegen nach der Blattspitze zu schwach-wellige Epidermiszellen, während nach der Blattbasis zu sich allmählich die geradwandige Form herausbildet. Über den Seitennerven der größeren Blattfiedern und allen Nerven der kleineren Blattabschnitte zeigen die Epidermiszellen wellig-buchtige Seitenwände, auch Luftspalten treten hier über den Nerven auf. Porenkanäle kommen in den Wandungen, die in den Bögen sehr wenig oder garnicht verdickt sind, nur selten vor. Hingegen bilden in der Nähe der Schließzellen die angrenzenden Epidermiszellen häufig zapfenartige Zusammenfaltungen ihrer Membran aus. Allgemeine Kutikularfaltung, wie bei A. vernalis, ist nicht vorhanden, nur die an Basalstellen von Haaren grenzenden Oberhautzellen sind in ihrer Kutikula schwach centrisch gefaltet. Inhalt schwach grün gefärbtes Plasma mit wetzsteinförmigen Zellkernen. Stomata verschieden gestaltet. Zwischen den beiden häufigsten Typen von 42 : 50 und 46 : 65 μ sind auch Zwischenformen und -größen anzutreffen. Die Anzahl der umgebenden Epidermiszellen beträgt meist 5, jedoch sind 4 oder 6 Zellen auch nicht selten.

Keulige, zartwandige, nahe der Insertionsstelle verjüngte, oben etwas kopfig verbreiterte Haare finden sich unterseits regelmäßig, jedoch nicht reichlich auf den grösseren Nerven und in deren näherer Umgebung (Fig. X, 2). Ihre Länge schwankt von 110 bis 135 μ und ihre größte Breite von 25 bis 47 μ. In der Regel liegen die Maße bei 115 und 33 μ. Die Behaarung der Oberseite ist sehr vielgestaltig, da das typische, keulenförmige Helleboreen-

haar hier in weiteren 4 Varianten auftritt. Daneben beobachtet man auf der weichen Lamina, über den Strängen und auch am Rande der basalen Blatthälfte dünnwandige, fingerförmig endigende, meist etwa 1 mm lange (790 bis 1130 μ), an ihrer abgerundeten Basis etwa 50 μ breite Haare (Fig. X, 3). Der Grundtyp des dünnwandigen, keulenförmigen Haares wird durchschnittlich 110 μ lang und am Kopfende 40 μ breit (Fig. X, 4) und findet sich über den größeren Strängen neben einem größeren, ebenfalls keuligen, in halber Höhe von beiden Seiten eingebuchteten Haar (Fig. X, 5), das im Mittel 150 μ lang und 37 μ breit wird. Außerdem stehen am Blattrande der gesamten Spreite keulige, in ihrem Basalteil mehr oder weniger verjüngte, 95 bis 140 μ lange und 32 bis 40 μ breite Haare (Fig. X, 6 und 7) und in der unteren Hälfte der Spreite selten vorkommende, kopfige, 155 μ lange und 30 μ breite Haare (Fig. X, 8).

Nachdem zu wiederholten Malen auf kleinere, anatomische Unterschiede in den Blättern von A. vernalis und aestivalis aufmerksam gemacht ist, können wir nun, nach Besprechung ihrer unterschiedlichen Behaarung, den Befund von Mitlacher (Lit. 22, S. 338) berichtigen. Nach Mitlacher stimmt die Anatomie des Blattes von A. aestivalis bis auf das Vorkommen der Stomata auf Ober- und Unterseite mit der von A. vernalis überein. Nach unserem Befund geht die Unterscheidungsmöglichkeit bei den beiden Species viel weiter (vgl. die untenstehende Differenzierung).

Querschnitt (Blattsegment). Die relativ dicke Kutikula läuft oberseits fast stets glatt über die Epidermis, unterseits ist sie, ähnlich wie bei A. vernalis, fein gekräuselt. Ösenartige Einfaltungen zwischen den einzelnen Oberhautzellen sind nicht vorhanden. Die mäßig starken Außenwände der Epidermiszellen sind ober- und unterseits leicht vorgewölbt, am Blattrande und am Hauptnerven etwas mehr verdickt. Die Zellen selbst sind verhältnismäßig groß, und zwar die oberen wieder noch größer als die unteren; ihre dem Mesophyll zugekehrten Wände sind nach innen vorgewölbt. Oberseits wechseln isodiametrische Zellen mit

etwas horizontal gestreckten ab, während unterseits isodiametrische vorherrschen. Schließzellen etwas vorgewölbt, großlumig und in den Wandungen wenig verdickt, etwa halb so hoch wie die Epidermiszellen und mit lang geschnäbelten, äußeren und normal entwickelten, inneren Hörnchen.

Einreihige, am Mittelnerven häufig durch Schwammgewebe unterbrochene Schicht sehr locker aufgestellter Palisaden verschiedener Gestalt. Zum weitaus größeren Teil besteht die Schicht aus cylindrischen Palisaden, daneben sind doppelseitig oder nur oberhalb gegabelte Palisaden (Armpalisaden) vereinzelt vorhanden. Ihre Höhe beträgt durchschnittlich 85 μ und erreicht damit $^1/_5$ bis $^1/_4$ der Blattdicke. Das außerordentlich lockere Schwammgewebe tritt häufiger, anstelle von Kollenchym, auch als Bestandteil des die größeren Stränge umgebenden Gewebes auf und zeigt auf dem Querschnitts- und Flächenbild in gleicher Weise netzartigen Zusammenschluß seiner verzweigten, oft sternförmigen Zellen. Die Breiten der Zellarme werden von denen der eingeschlossenen Intercellularräume um das 2- bis 5fache übertroffen. — Gefäßbündel kollateral mit ringförmiger Parenchymscheide aus großen, runden Zellen. Unterhalb des Siebteils 2- bis 3reihiges, kleinzelliges Kollenchym ohne Intercellularen. Der übrige Raum ober- und unterhalb des Gefäßbündels ist von lakunösem Schwammparenchym ausgefüllt. Sklerenchymbelag wurde, zum Unterschied von A. vernalis, nirgends festgestellt. Einzelne Zellen des Kollenchymbelages enthalten grünlich gefärbtes Plasma.

Anwendung: Das blühende Kraut ist als Herba Adonidis aestivalis in Italien officinell. Es findet als Cardiotonicum, Diureticum bei Stein- und Harnbeschwerden, bei Hydrops und bei Herzleiden als Ersatz für Digitalisblätter arzneiliche Verwendung und gilt als Entfettungsmittel.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen beiderseits sehr langgestreckt und in der Mehrzahl wellig-buchtig.

3. Stomata mehr oder weniger oval, in Längsrichtung der Blättchen ausgerichtet, schwach vorgewölbt.
4. Einreihige, an den größeren Nerven unterbrochene Schicht von einfachen Palisaden und einseitigen oder doppelseitigen Armpalisaden.
5. Schwammgewebe zeigt auf dem Flächenbild netzartigen Zusammenschluß seiner verzweigten Zellen.
6. Kollaterale Gefäßbündel mit deutlich abgegrenztem Siebteil und ringförmiger Parenchymscheide. Zellen des Kollenchymbelags teilweise mit grünem Inhalt.
7. Wenigstens die untere Hälfte der Oberseite der Blättchen ist mit langen, fingerförmig endigenden Haaren (= formbeständiger Typ) und mehr oder weniger keuligen, kürzeren (= variierender Typ) bestanden. Beide Arten der Trichome sind dünnwandig und nicht sehr häufig.

Differenzierung der Arten.

1. Auf beiden Epidermen allgemeine Kutikularfaltung. Wände der unterseitigen Epidermiszellen regelmäßig perlschnurartig, knötchen- und zapfenförmig verdickt. Stomata nur unterseits, verschieden groß. Am äußersten Blattrande ohne regelmäßige Wasserspalten. Kutikula auf dem Querschnitt mit ösenartigen Einfaltungen. Schwammgewebe dicht, einzig auf dem Flächenbild netzartiger Verband der Zellen. — Sklerenchymbelag am Siebteil kommt vor (nicht konstant). — Gefäßbündel bilden in der Blattspitze keine seitlichen, gefäßähnlichen Zellen aus.

   (Oberseite der Blättchen in ihrer unteren Hälfte mit langen, fingerförmig endigenden Haaren am Rande und auf der Spreite und mit mehr oder weniger keuligen, kurzen Haaren am Rande und vereinzelt auf dem Mittelnerven. Vorkommen spärlich.)

   Adonis vernalis L.

2. Keine allgemeine Kutikularfaltung. Wände der unteren Epidermis nur seltener mit Sonderverdickungen. Stomata beiderseits, oben von einheitlicher Größe, unten

verschiedenartig und verschieden groß. Am äußersten Blattrande regelmäßig Wasserspalten. Langgestreckte, buchtige Epidermiszellen mit gerader, gemeinschaftlicher Teilungswand kommen paarweise oberseits vor. Kutikula ohne ösenartige Einfaltungen. Schwammgewebe, sehr locker, auf Querschnitts- und Flächenbild netzartigen Zusammenschluß seiner Zellen zeigend, tritt mit als Belag an den Gefäßbündeln auf. Skerenchymbelag am Siebteil nicht vorhanden. Die größeren Gefäßbündel schwellen in der Blattspitze noch einmal an unter Ausbildung seitlicher, gefäßähnlicher Zellen.

(Auf der Oberseite der Blättchen am Rande und über den größeren Nerven mehr oder weniger keulige, kurze Trichome. Auf der ganzen oberseitigen Lamina, und in der unteren Partie der Blättchen auch am Rande lange, fingerförmig endigende Haare. Hier in der unteren Partie der Lamina, aber nicht am Rande auch vereinzelte, gedrungene, kopfige Haare. Unterseits auf den Nervenbahnen und in deren Nähe vereinzelt kurze, kopfige Haare. — Behaarung im ganzen gering.)

Adonis aestivalis L.

II. Berberidaceae.

Hydrastidoideae.

Hydrastis.

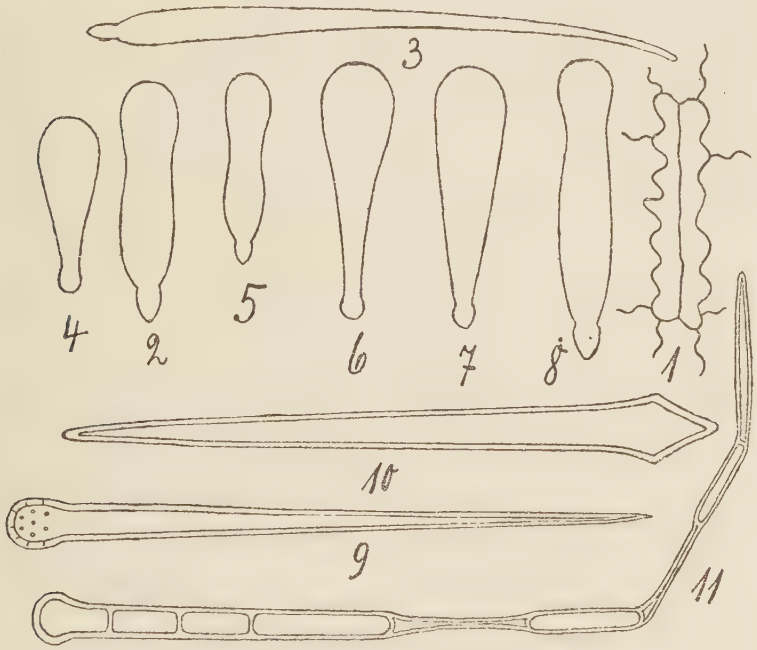
Hydrastis canadensis L.

Synonyma: Warnera canadensis Miller, W. diphylla Rafin, W. tinctoria Rafin.

Der 30 bis 45 cm hohe, aufrechte Stengel entwickelt oben 2 handförmige, 20 bis 35 cm lange, an der Basis herzförmig eingebogene, am Rande ungleich fein gesägte Blätter mit je 5 mehrfach eingeschnittenen und zugespitzten Lappen.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen auf beiden Seiten wellig-buchtig, über den größeren Strängen längsgestreckt, chlorophyllhaltig; die oberseitigen ohne

Sonderverdickungen, die unterseitigen stellenweise mit zapfenförmigen Zusammenfaltungen der Membran. Ovale Stomata nur unterseits und von 4 bis 8 Epidermiszellen umstellt. — Beiderseits einzellige, gerade, spießförmige,



Tafel X.

1. Adonis aestivalis L., anormale Epidermiszellen der Oberseite.
2. „ „ „ 110—135 μ.
3. „ „ „ 790—1130 μ.
4. „ „ „ i. M. 110 μ.
5. „ „ „ i. M. 150 μ.
6. „ „ „ } 95—140 μ.
7. „ „ „ }
8. „ „ „ i. M. 155 μ.
9. Hydrastris canadensis L., meist 200—500 μ.
10. Podophyllum,
    P. peltatum L., 210—820 μ.
    P. Emodi Wall., 140—930 μ.
11. Epimedium alpinum L., 120—2300 μ.

scharf zugespitzte, leicht zerbrechliche, mäßig dickwandige, schwefelgelbe, meist 200 bis 500 μ lange Haare, die sich mit Phloroglucin - Salzsäure schön rot färben (Fig. X, 9). Sie treten ohne Bevorzugung der Nervenbahnen auf der ganzen Spreite und am Blattrande auf, und zwar unterseits sehr reichlich und verhältnismäßig schlank gebaut, oberseits nicht so häufig, aber kräftiger entwickelt. In einem einzigen Falle konnten wir an der Blattunterseite an einem Haar, dessen Spitze abgebrochen war, zweifelsfrei eine Querwand feststellen. Alle Haare enthalten gelbliches Plasma, das sie beim Zerbrechen in die Umgebung entlassen. — Nach dem Befund von Pohl (Lit. 26, S. 8), der anscheinend in die Arbeit von E. Senft (Lit. 28, S. 828) übernommen ist, ist die Unterseite und der Rand der Blätter mit einfachen, langen Haaren besetzt. Nach unseren Beobachtungen ist diese Angabe nicht erschöpfend, ihr Vorkommen erstreckt sich auch auf die Blattoberseite.

Querschnitt (Blattsegment). Sehr dünne Lamina mit wenig vorgewölbten, oben größeren, horizontal gestreckten, unten weniger stark gestreckten und oft isodiametrischen Epidermiszellen. Kutikula dünn und glatt überlaufend. Schließzellen fast so hoch wie die Epidermiszellen, nur wenig über deren Niveau hervortretend und in den Wandungen mäßig verdickt. Die in der Epidermis verankerten Basalteile der allgemein kräftig entwickelten Haare der Oberseite weisen strich- und punktförmige Porenkanäle auf.

Eine eigentliche Palisadenschicht ist nicht vorhanden. Die Hauptarbeit der Assimilation dürfte von den oberen 2 bis 3 Reihen dichter aneinanderschließender, isodiametrischer, teilweise auch etwas horizontal gestreckter Zellen geleistet werden. Bemerkenswert ist daran, daß sie über den größeren Strängen keine Unterbrechung erfahren. Nach der unteren Epidermis zu schließen sich in der weichen Lamina 5 Lagen lockeres, stärker horizontal gestrecktes Schwammparenchym an, in dem ab und zu besonders große Intercellularen auftreten. In der Spitze des Blattes treten im gesamten Mesophyll die horizontal ge-

streckten Zellen gegenüber rundlichen sehr zurück. Auf dem Flächenbild schließen die verzweigten Zellen des Schwammgewebes unter Ausbildung ansehnlicher Intercellularen netzartig zusammen. — Die von Pohl (Lit. 26, S. 8) beobachteten 3 anormalen, kleineren Gefäßbündel über dem 2strängigen, kollateralen Hauptleitbündel sahen wir nur an der Basis des Blattes, und zwar in der Variation, daß nur das mittlere Bündelchen einen nach der Blattoberseite zugewandten Siebteil aufwies. Bei den beiden seitlichen Bündelchen ist das Phloem nach dem Blattrande zugekehrt, sodaß sich die Längsachsen der 4 Bündel demnach in Winkeln von 90° schneiden würden. In der Mitte des Blattsegmentes sind nur noch die beiden seitlichen, entsprechend reduzierten Bündelchen, in $^3/_4$ Höhe noch eines derselben, und zwar um 45° nach unten zu gedreht, vorhanden. Die Nähe der Blattspitze wird allein von dem Hauptleitbündel erreicht. Alle Gefäßbündel kollateral mit gut abgegrenztem Siebteil. Oberhalb des Hauptleitbündels leitet in der Blattmitte ein 2- bis 3reihiges, dünnwandiges, kleinzelliges Kollenchym mit verdickten Ecken zu dem Schwammgewebe über. Unterhalb des Phloems schließt sich ein 5- bis 6reihiges, mäßig dickwandiges, Intercellularen führendes Kollenchym an, das aus größeren bis sehr großen, runden Zellen besteht. Unmittelbar über der unteren, kleinzelligen, chlorophyllhaltigen Epidermis liegt noch eine einreihige Schicht kleinerer, etwas mehr verdickter Zellen, die ebenfalls reich an Chlorophyll sind. Im übrigen Belag beobachtet man letzteres nur hier und da, dagegen sind die parenchymatischen Elemente innerhalb des Gefäßbündels wieder reich an grün gefärbtem Plasma.

Anwendung: Das Rhizom der Pflanze ist bei den Indianern Nordamerikas seit alter Zeit als Arznei- und Färbemittel im Gebrauch. — Der Wurzelstock samt den Wurzeln ist als Rhizoma Hydrastis officinell in Dänemark, Deutschland, England, Griechenland, Niederland, Norwegen, Schweden, Rußland, Schweiz, Spanien, Japan, Österreich, Ungarn, Amerika, Belgien, Frankreich, Kroatien, Serbien,

Italien, Rumänien. Vornehmlich findet er als Hämostyptikum bei Uterusblutungen (Ersatz für Mutterkorn), profusen Menstrualblutungen, Hämorrhoidalblutungen und Hämoptoe, als tonisches Antiperiodikum, Tonikum bei Dyspepsie, bei Magen-Darmkatarrhen, Wechselfieber, Nachtschweiß der Phthisiker, Krebs und Störungen der Leber arzneiliche Verwendung. Äußerlich gegen Augenentzündungen.

Charakteristische Merkmale für Hydrastis canadensis L.

1. Blattblau: Mesophyll keine Differenzierung zwischen Palisaden und Schwammparenchym; nur Charakter eines Schwammgewebes.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig, dünnwandig, chlorophyllhaltig; unterseits zapfenförmige Fortsätze der Membran.
3. Stomata (Ranunculaceentyp) oval, von 4 bis 8 Epidermiszellen umstellt, schwach vorgewölbt, nur unterseits.
4. Zwei bis drei Reihen dichteres und fünf Reihen lockeres, horizontal gestrecktes Schwammgewebe, an den größeren Nerven nicht völlig unterbrochen. Auf dem unteren Flächenbild verzweigte, netzartig zusammengeschlossene Zellen mit großen Zwischenräumen.
5. In der Mittelrippe ein zweisträngiges Hauptleitbündel und bis zu drei verschieden orientierten Nebenbündelchen; stets kollateral und mit gut abgegrenzten Siebteilen.
6. Beiderseits einzellige, spießförmige, mäßig dickwandige, verholzte, gelbe Haare mit plasmatischem Inhalt; die oberseitigen mit Porenkanälen in der basalen Zellhöhle.

Podophylloideae.

Podophyllum.

Podophyllum peltatum L.

Synonyma: Podophyllum callicarpum Rafin, P. montanum Rafin.

Das kriechende Rhizom entwickelt zwei etwa 12 bis 25 cm breite, langgestielte, schildförmige, handnervige Blätter mit fünf bis sieben keilförmigen Lappen. Die Abschnitte sind oberhalb eingeschnitten und entfernt gezähnt.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite wellig-buchtig mit weitschweifigen Konturen, die nach dem Blattrande zu ihren welligen Charakter mehr und mehr verlieren. Die Gipfel der Bögen sind häufig schwach verdickt. Über den Strängen langgestreckte Zellen, und zwar über den kleineren mit schwach gewellten, über den größeren mit geraden Seitenwänden. Auf den einzelnen Blattzähnen mehrere große Wasserspalten, auf die schon Spanjer (Lit. 32, S. 55) aufmerksam gemacht hat. Inhalt der Zellen meist farblos.

Epidermiszellen der Unterseite auf der ganzen Spreite steiler wellig-buchtig als oberseits, mehr oder weniger sternförmig-buchtig; über den Strängen wie oberseits. Die unter den zahlreichen, großen und ovalen Luftspalten liegenden Seitenwände der umgebenden Epidermiszellen bilden hier sehr häufig zwei bis drei knopf- oder leistenförmige Einfaltungen aus. Inhalt der Oberhautzellen fast stets farblos; Zellkerne rund. Die einzelligen, geraden oder schwach gekrümmten, fingerförmig endigenden, in den Wandungen etwas verdickten, unverholzten Haare (Fig. X, 10) kommen nur unterseits auf den Rippen, in der weichen Lamina und auch am Blattrande häufig vor und weisen in der Mehrzahl eine Länge von 400—620 μ auf (Min. 210, Max. 820 μ). In dem grünlichen, plasmatischen Inhalt bemerkt man häufig runde Zellkerne.

Querschnitt (Blattsegment). Die sehr großen, nur nach dem Mesophyll zu stärker vorgewölbten, mehr oder weniger horizontal gestreckten Oberhautzellen sind von einer an Wachs reichen Kutikula überzogen. — Die etwas vorgewölbten Schließzellen erreichen kaum $^2/_3$ der Höhe der Epidermiszellen, während die Trichome in gleicher Tiefe wie die Epidermis mit keilförmig zugespitztem Basalteil inseriert sind.

Die Palisadenzellen, um die Hälfte länger als breit, erwecken einen ziemlich plumpen Eindruck und sind an den größeren Strängen stets unterbrochen. Häufig, jedoch nicht immer, ist unter der oberen Reihe noch eine zweite oder auch dritte Schicht ähnlicher, gedrungener Zellen in dichter Folge aufgestellt. Die verzweigten Zellen des Schwammgewebes zeigen auf dem Querschnitt und von der Fläche netzförmigen Zusammenschluß. Die Mittelrippe birgt in der Mitte des Blattsegmentes außer dem kollateralen Hauptbündel noch ein kleineres Gefäßbündel, dem sich nach der Blattbasis zu noch zwei weitere (kollaterale) Nebenbündel hinzugesellen. Hier am Blattgrunde bemerkt man in der Nähe der Mittelrippe und der größeren Seitennerven des Segmentes häufig Drusen von oxalsaurem Kalk, auf dem Querschnitt durch die Mitte dagegen nur noch selten. Die Gefäßbündel sind hier in ein schwach entwickeltes, kleinzelliges, in den Ecken verdicktes und in ein breites Kollenchym aus sehr großen Zellen und mit Intercellularen eingebettet.

Anwendung: Der Wurzelstock ist in Belgien, England, Niederland, Griechenland, Amerika, Italien, Spanien, Portugal, Frankreich officinell. Das Harz des Rhizoms (Podophyllinum) ist außer in den vorgenannten Staaten noch in Japan, Schweden, Norwegen, Österreich, Ungarn, Deutschland, Dänemark, Schweiz, Rußland, Kroatien und Rumänien officinell. Das Rhizom mit den Wurzeln findet Verwendung als Purgans, besonders bei habitueller Verstopfung, als Catharticum und Prophylacticum gegen Eingeweidewürmer, bei Leberkrankheiten, Hydrops und Syphilis. Auch die Blätter enthalten drastisch wirkende Stoffe.

Podophyllum Emodi Wallich.

Synonyma: Podophyllum hexandrum Royle.

Große, langgestielte, schildförmige, handnervige, meist 3lappige Blätter. Die Abschnitte sind bis auf das untere Viertel des Blattrandes herab, das ganzrandig ist, ziemlich dicht und spitz gezähnt.

Mikroskop. Flächenbild. Epidermiszellen der Oberseite am Blattgrunde polygonal mit einzelnen, schwach welligen Seitenwänden, in den übrigen Teilen der Spreite schwach wellig-buchtig mit geringen Verdickungen in den Gipfeln der Bögen. Die über den größeren Nerven gelegenen, langgestreckten und geradwandigen Zellen weisen von Porenkanälen durchsetzte, dickere Membranen auf. Auf einzelnen der zahlreichen Blattzähne trifft man Wasserspalten an. Inhalt der gewöhnlichen Oberhautzellen fast farbloses Plasma (Drogenmaterial) mit runden Zellkernen und zahlreichen Chromatophoren, die zum Teil in Karyostrophe stehen. —

Epidermis- und Schließzellen der Unterseite gleichen denen von P. peltatum L., jedoch sind die zapfen- bis knopfförmigen Einfaltungen in der Nähe der Stomata nicht so zahlreich wie bei jenem. Zellinhalt fast farbloses Plasma mit runden Zellkernen. — Die einzelligen, schwach verdickten, oft kollabierten, geraden oder schwach gekrümmten, fingerförmig endigenden Haare kommen nur unterseits vor, gleichen denen von P. peltatum (Fig. X, 10) und sind in der Mehrzahl 460 bis 620 μ lang (Min. 140, Max. 930 μ). Sie bevorzugen den Blattrand und die Nervenbahnen, stehen nur selten in der weichen Lamina und meiden die Spitze des Blattes gänzlich. — Infolge des Mißverhältnisses zwischen Länge der Haare und Stärke ihrer Wandung kommen unweit der Insertionsstelle zuweilen Knickungen zustande. Die sich dabei ergebenden Knickungsfalten können leicht Veranlassung zur Vortäuschung von Querwänden geben.

Querschnitt (Blattsegment). Die Epidermiszellen sind nach dem Mesophyll zu und nach außen etwas vorgewölbt, namentlich in der oberen Epidermis bemerkt man häufiger sehr große, bauchige Zellen. Schließzellen mit kräftig entwickelten, äußeren Hörnchen, etwas vorgewölbt und fast so hoch wie die Epidermiszellen. Andere bebezeichnende Unterschiede von den Epidermen von P. peltatum sind nicht zu verzeichnen.

Das Mesophyll ist dadurch unterschieden, daß die Palisaden stets nur einreihig auftreten, und die sich daran anschließenden, oberen Schichten des Schwammgewebes dichter beieinander liegen. Der Mittelnerv des Blattsegmentes weist im unteren Teil 7 auf einem Halbkreis angeordnete, kollaterale, kleinere Gefäßbündel auf. In der Mitte des Abschnittes trifft man auf scheinbar nur ein größeres Gefäßbündel, dessen undeutlich gegliedertem Holzteil 7 durch Parenchymgewebe getrennte Siebteilgruppen vorgelagert sind. Das Ganze ist unmittelbar nach oben und unten hin in ein von Intercellularen freies, in den Ecken teilweise sehr stark verdicktes Kollenchym und nach der unteren Epidermis zu außerdem noch in ein großzelliges, starkwandiges Kollenchym mit Intercellularen eingebettet. Schön ausgebildete Drusen von oxalsaurem Kalk nur im basalen Teil des Blattabschnittes, und zwar in der Umgebung der Mittelrippe.

Anwendung: Das Rhizom nebst Wurzeln gilt als Paralleldroge zu der vorigen. Demgemäß gleicht seine Verwendung der bei P. peltatum L. angegebenen.

Gemeinsame Gattungsmerkmale.

1. Blattbau dorsiventral.
2. Epidermiszellen oberseits wellig - polygonal bis welligbuchtig, unterseits stark wellig - buchtig (sternförmig) und in der Nähe der Stomata mit zapfenförmigen Einfaltungen der Membran.
3. Stomata vom Ranunculaceentyp nur unterseits, groß, oval und etwas vorgewölbt. Oberseits auf den Blattzähnen Wasserspalten.
4. Gedrungene, nur um die Hälfte höhere als breite Palisaden, deren Verband an den Nerven unterbrochen ist.
5. Zellen des Schwammgewebes zeigen auf dem Querschnitts- und Flächenbild netzartigen Zusammenschluß.
6. Drusen von oxalsaurem Kalk im Mesophyll in der Nähe der größeren Stränge, besonders in der unteren Blatthälfte.

7. Mehrere, kollaterale Gefäßbündel in der unteren Blatthälfte, ausschließlich in Kollenchym eingebettet.
8. Einzellige, in den Wandungen schwach verdickte, gerade oder etwas gekrümmte, fingerförmig endigende häufig 400 bis 600 μ lange Haare nur auf der Unterseite.

Differenzierung der Arten.

1. Seitenwände der Zellen der Oberepidermis frei von Porenkanälen. — Unterseite ziemlich gleichmäßig behaart. — Palisaden 1-, 2- oder 3reihig. — In der unteren Partie der Blattabschnitte am Mittelnerven 4 Gefäßbündel.

Podophyllum peltatum L.

2. Obere Epidermiszellen in den Seitenwänden Porenkanäle. — Unterseite regelmäßig nur über den Strängen und am Blattrande behaart. — Palisadengewebe einreihig. — In der unteren Partie der Blattabschnitte am Mittelnerven 7 Gefäßbündel.

Podophyllum Emodi Wallich.

Berberidoideae.

Berberideae.

Berberis.

Berberis vulgaris L.

Synonyma: siehe Index Kewensis (Lit. 2).

Die gestielten Blätter stehen an dem 1 bis 4 m hohen Strauch in Büscheln, sind verkehrt-eiförmig, am Ende stumpf mit sehr kleinen, aufgesetzten Stachelspitzen, am Grunde in den Blattstiel verschmälert, am Rande wimperig gesägt, kahl, matt, rückseitig bleichgrün und zeigen einen kräftigen Mittelnerven und ein zartes Adersystem.

Mikroskop. Flächenbild. Ein Gesamtüberblick lehrt, daß ein fiedernerviges Blatt mit Anastomosen vorliegt; die letzten Ausläufer endigen blind in den Maschen. Als besondere Kennzeichen treten ferner der starke Sklerenchymbelag an allen größeren Strängen und ein am Blattrande ununterbrochen entlanglaufender, breiter Saum von

Bastfasern (Randbast) hervor. Auch die zum Teil gekrümmten Blattzähne sind sklerenchymatisch versteift. Alle diese Partien der Spreite färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure schön rot.

Obere Epidermiszellen relativ klein, polygonal mit meist nur einer schwach gebogenen Seitenwand, gleichmäßig dickwandig; über den Nerven längsgestreckt und geradwandig. Inhalt der Zellen grün gefärbtes Plasma. Die ganze Oberfläche des Blattes ist eigentümlich kurz gestrichelt.

Untere Epidermiszellen ebenfalls verhältnismäßig klein, wellig polygonal, dickwandig und gleichmäßig; über den Strängen längsgestreckt, geradwandig und mit gefalteter Kutikula. Die übrige Epidermis zeigt nur schwache Kutikularfaltung, etwas deutlicher tritt sie, bei seitlicher, strahliger Anordnung, an den Spaltöffnungen zuweilen auf. Inhalt grünlich mit runden Zellkernen. Auch unterseits ist die Oberfläche des Blattes eigentümlich kurz gestrichelt. Die ovalen, zahlreichen, in ihrer Größe wechselnden Luftspalten sind von 4 bis 8 Epidermiszellen umstellt. Haare sind nirgends vorhanden.

Querschnitt. Die nur wenig horizontal gestreckten Oberhautzellen sind oberseits, am Blattrande und unterhalb der größeren Stränge papillös vorgewölbt. Außenwände der oberen Epidermiszellen etwas dicker als die der unteren, an den größeren Rippen und am Blattrande noch besonders verstärkt. In letzterem stehen die stattlichen Bastfasergruppen unmittelbar in Kontakt mit der Epidermis, sodaß diese hier von dem grünen Mesophyll getrennt ist. — Stomata in den Wandungen mäßig verdickt und etwas vorgewölbt.

Die cylindrischen Palisaden sind in zwei Reihen aufgestellt, die an den größeren Nerven durch farbloses, hartbastähnliches Hypoderm unterbrochen sind. Die Zellen der oberen Reihe sind meist 60 μ lang und 15 μ breit und ziemlich dicht aneinandergereiht, die der unteren sind 30 bis 40 μ lang und 20 μ breit und locker aufgestellt. Vereinzelt kommen in der zweiten Schicht auch kürzere

Strecken mit weitergehend verkürzten Zellen vor, sodaß man sie kaum noch als Palisaden ansprechen kann. Die Mächtigkeit beider Schichten entspricht gewöhnlich $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Blattdicke. — Lemaire (Lit. 18, S. 63) sagt von Palisaden beider Schichten aus, daß sie cylindrisch, nicht viel länger als das 3fache ihrer Breite und dichtgedrängt aufgestellt seien. Wir glauben, daß durch unseren Befund nicht unwichtige Einzelheiten im Bau des Palisdengewebes festgestellt sind. — Die Zellen des ziemlich dichten Schwammgewebes sind vielfach etwas horizontal gestreckt, teilweise auch isodiametrisch und hin und wieder zu vertikal gerichteten Ketten verbunden. Auf dem Flächenbild zeigen die mehrfach verzweigten Zellen netzartigen Zusammenschluß. Alle Zellen des grünen Mesophylls enthalten große, wetzsteinförmige Chloroplasten von gelbgrüner Farbe. Nach Zimmermann (Lit. 45, S. 149) trifft man in den Chloroplasten des Palisadengewebes nadelförmige oder dreieckig erscheinende Kristalloide an, eine Angabe, die auch bei Solereder (Lit. 30, S. 52) Aufnahme gefunden hat. Diese Beobachtung können wir nicht bestätigen.

An der Basis des Blattes liegen in der Mittelrippe drei getrennte, kollaterale Gefäßbündel, die von einem umfangreichen, die obere Epidermis erreichenden Faserbelag umscheidet sind. In der Mitte des Blattes findet man ebenfalls drei, einander aber stark genäherte Gefäßbündel mit einem Sklerenchymbelag gleichen Umfanges. An den größeren Seitennerven erreicht dieser Belag meist auch die untere Epidermis, während an den kleinsten zwar oft ein bescheidener Sklerenchymring noch vorhanden ist, der aber nicht selten oberhalb auch den Palisaden und unterhalb dem Schwammparechym Raum gewährt.

Anwendung: Die Wurzelrinde der Pflanze, Cortex radicis Berberidis des Handels, wird arzneilich als Tonicum, Stomachicum, Fiebermittel, Laxans und äusserlich gegen Augenentzündungen, ferner zur Gewinnung von Berberin und technisch zum Gelbfärben von Leder benutzt.

Die Stengelrinde (Cortex Berberidis) ist als Verwechselung mit Granatrinde beobachtet worden und gehörte früher, ebenso wie die Wurzel (Radix Berberidis) und die Früchte der Pflanze (Baccae Berberidis) zu unserem Arzneischatz. — Die an Apfelsäure reichen Früchte sind eßbar und als Droge heute noch in Frankreich officinell.

Charakteristische Merkmale für Berberis vulgaris L.

1. Blattbau dorsiventral. — Randbast.
2. Epidermiszellen beiderseits relativ klein, gleichmäßig dickwandig, mit grün gefärbtem Plasma und eigenartig kurzgestrichelter Außenwand. Obere Epidermiszellen fast ausgesprochen polygonal und papillös vorgewölbt, untere Epidermiszellen wellig-polygonal, mit Kutikularfalten.
3. Stomata vom Ranunculaceentyp nur unterseits, oval, verschieden groß, etwas vorgewölbt und von 4 bis 8 Epidermiszellen umgrenzt.
4. Palisaden cylindrisch, in 2 Reihen aufgestellt, mit wetzsteinförmigen, großen Chloroplasten, an den Strängen durch hartbastähnliches Hypoderm unterbrochen.
5. Schwammgewebe verhältnismäßig dicht, mit etwas horizontal gestreckten und isodiametrischen Zellen. Auf dem Flächenbild netzartiger Zusammenschluß der verzweigten Zellen.
6. In der Mittelrippe 3 kollaterale Gefäßbündel mit gemeinschaftlicher, allseitiger Sklerenchymscheide, welche die obere Epidermis berührt. Der gleiche Festigungsbelag an den größeren Seitennerven, hier öfters auch mit beiden Epidermen in Kontakt.

Mahonia.

Mahonia aquifolium Nuttal.

Synonyma: Berberis aquifolium Pursh, B. repens Lindl., u. a.

Ein Strauch Nordamerikas mit gefiederten, dornig gezähnten, oberseits glänzenden, immergrünen Blättern.

Mikroskop. Flächenbild. Der Verlauf der Nervatur und die Ausstattung des Blattes mit sklerenchymatischem Festigungsgewebe sind im wesentlichen gleich wie bei Berberis vulgaris L.

Obere Epidermiszellen relativ klein, stark welligbuchtig bis buchtig-sternförmig, mit dicken Seitenwänden, die in den Gipfeln der Bögen noch etwas mehr verstärkt sind. Über den kleineren Strängen und in deren Nähe längsgestreckte, wellige Zellen, teilweise mit knötchenförmigen Versteifungsleisten in den Seitenwänden, über den größeren Strängen geradwandige, längsgestreckte Zellen. Über den Randbast und den spitz ausgezogenen, schwach gekrümmten Zähnen des Blattrandes liegen schwach wellige Epidermiszellen. Inhalt Chlorophyll und runde Zellkerne.

Untere Epidermiszellen ebenfalls verhältnismäßig klein, wellig-buchtig, häufiger in Richtung der Längsachse des Blattes etwas gestreckt als isodiametrisch, dickwandig und öfters als oberseits mit knötchenförmigen und partiellen Verdickungen in den Gipfeln der Ausbuchtungen. Inhalt Chlorophyll und runde oder ovale Kerne. Die Zellformen über den Strängen sind die gleichen wie auf der Oberseite. Stomata zahlreich, rundlich, an den Längsseiten häufiger mit geteilten Epidermiszellen.

Querschnitt (Blättchen). Kleine, quadratische oder etwas horizontal gestreckte, besonders außenseitig dickwandige, hin und wieder etwas vorgewölbte Epidermiszellen mit glatt überlaufender, dicker, wachsreicher Kutikula. Am Blattrande und an den größeren Strängen sind ihre Außenwände noch besonders verstärkt. Inhalt der Zellen beider Epidermen, auch an den Strängen, Chlorophyll, worauf schon M. Hessmer (Lit. 13, S. 24) hingewiesen hat. Die Wandverdickungen der kaum merklich vorgewölbten oder in gleicher Ebene mit den Epidermiszellen liegenden Schließzellen lassen einen nur schmalen Schlitz als Lumen frei, in dem sich mit Chloraljod bei nur schwach positivem Ausfall Stärke nachweisen läßt. Obere und untere Verdickungsleisten haben hellgelbe Farbe und

geben mit Phloroglucin-Salzsäure deutliche Holzreaktion. Einschränkend sei dazu bemerkt, daß diese Holzreaktion nur bei dunkelgrünen, nicht bei jungen, hellgrünen Blättern eintritt. — Die Beobachtung von M. Hessmer (Lit. 13, S. 24), daß die Stomata etwas eingesenkt liegen, konnten wir nicht bestätigen.

Die stabförmigen Palisaden sind meist in 2 Reihen aufgestellt, doch bemerkt man auch hier und da Ansätze zur Ausbildung einer dritten Palisadenschicht. In diesem Falle erreicht das gesamte Palisadengewebe reichlich die Hälfte der Blattdicke, während es sonst in der Regel nur etwa $^1/_3$ davon ausmacht. An den größeren Nerven tritt stets Unterbrechung der Palisadenschichten ein. Der Bau des Schwammgewebes deckt sich in der Hauptsache mit dem von Berberis vulgaris L.

Am Grunde des Blättchens liegen in der Mittelrippe zwei oder drei kollaterale, einander genäherte Gefäßbündel, die von einem zwischen Sklerenchymbelag und unterer Epidermis eingeschalteten, besonders dickwandigen, teilweise Chlorophyll führenden und von größeren Intercellularen durchsetzten Kollenchym umscheidet sind. Dieses hier gelegene, schmale Kollenchym ist dadurch gekennzeichnet, daß sich seine unterste, der Epidermis benachbarte Zellschicht mit Phloroglucin-Salzsäure als verholzt erweist. In der Mitte des Blättchens trifft man meist auf zwei Gefäßbündel in der Mittelrippe. Der über den Holzteilen liegende Faserbelag hat eine giebeldachförmige, der unter den Siebteilen befindliche, eine sichelförmige Gestalt. Von beiden wird die entsprechende Epidermis erreicht. Das Gleiche trifft für die Sklerenchymbelage an den größeren Seitennerven zu, während die an den kleineren gelegenen bald nur die obere, bald nur die untere Epidermis erreichen. An den kleinsten Seitennerven erreichen die Faserelemente keine von beiden Epidermen. Wird von ihnen die obere Epidermis nicht berührt, so schiebt sich eine mehr oder weniger große Partie Palisadengewebe ein. Die Sklerenchymbelage, deren Zellen farblos sind und auf dem Längsschnitt feine Porenkanäle aufzeigen,

gehen mit den Bündeln bis in die Spitze des Blättchens hinauf und zeigen hier etwa gleiche anatomische Differenzierung wie in der Mitte desselben. Beim Einlegen der Schnitte in Phloroglucin-Salzsäure tritt außer den zu erwartenden Holzreaktionen in den Gefäßbündeln, Faserbelagen und im Randbast auch eine solche in den Wandungen der unter dem Mittelnerven und den größeren Seitennerven liegenden Oberhautzellen auf.

Anwendung: Die Wurzelrinde der Pflanze, als Cortex radicis Berberidis aquifoliae bezeichnet, wird besonders in Form eines Fluidextractes als Tonicum, Alterativum, bei Salzfluß, Skrofulose, Syphilis, Psoriasis und anderen Hautkrankheiten benutzt. — In Amerika ist das Rhizom mit den Wurzeln officinell.

Charakteristische Merkmale für Mahonia aquifolium Nuttal.

1. Blattbau dorsiventral. — Randbast.
2. Epidermiszellen beiderseits relativ klein, dickwandig, in den Gipfeln der Bögen mehr oder weniger verstärkt, chlorophyllhaltig. Oberseits wellig-buchtig bis buchtig-sternförmig; unterseits wellig-buchtig und zum Teil längsgestreckt, mit knötchenförmigen Verdickungen, an den größeren Strängen verholzt.
3. Stomata nur unterseits, zahlreich, rundlich, schwach oder garnicht vorgewölbt, sehr dickwandig und verholzt.
4. Palisaden cylindrisch, 2reihig, an den größeren Strängen unterbrochen.
5. Schwammgewebe ziemlich dicht, mit isodiametrischen und wenig horizontal gestreckten Zellen, die auf dem Flächenbild netzartig miteinander verbunden sind.
6. In der Mittelrippe meist 2 (3) kollaterale Gefäßbündel. Hier und an den größeren Seitennerven durchgehender Faserbelag.

Epimedieae.

Epimedium.

Epimedium alpinum L.

Das einzige, an dem fußhohen Stengel, am Grunde des Blütenstandes eingefügte, langgestielte Blatt ist doppelt-

dreizählig. Die langgestielten, etwa 5 cm langen Blättchen sind länglich-eiförmig, zugespitzt, am Grunde herzförmig und am Rande fein gezähnt; die endständigen symmetrisch, die seitlichen mit tiefer herabhängenden Herzlappen.

Mikroskop. Flächenbild. Die Lamina ist durch die von Bastfasern begleiteten Stränge, die regelmäßig miteinander anastomosieren, in mehr oder weniger regelmäßige, 4- bis 5seitige Felder eingeteilt, am Rande durch ein breites Band von Bastfasern versteift und hier in größeren Abständen mit feinen Zähnchen, in die Fortsätze des Randbastes hineinführen, besetzt.

Obere Epidermiszellen auf der ganzen Spreite tief wellig-buchtig, oft buchtig-sternförmig, in den gleichmäßig stark verdickten Wandungen nur hin und wieder von Porenkanälen unterbrochen; über den Strängen langgestreckt, und zwar über den kleineren schwach-wellig, über den größeren geradwandig. Inhalt fast farbloses Plasma (Drogenmaterial) mit Zellkernen verschiedenster Gestalt und vereinzelten, gelblichen Leukoplasten. — Bei tieferer Einstellung erkennt man sehr deutlich das an Intercellularen ziemlich reiche Palisadengewebe, dessen Zellen zahlreiche, ovale Chloroplasten aufweisen.

Untere Epidermiszellen auf der ganzen Spreite in geringerem Maße als oberseits wellig-buchtig und etwas weniger stark, jedoch auch gleichmäßig in den Wandungen verdickt. Die Veränderungen der Zellengestalt über den Leitbündeln gehen mit denen der oberen Epidermis konform. Inhalt fast farbloses Plasma mit zahlreichen, gelben Leukoplasten und rundlichen Zellkernen. Ovale Stomata vom Ranunculaceentyp sind reichlich vorhanden.

Die einzellreihigen Haare sind sehr verschieden lang und breit (Fig. X, 11). Einzelne ihrer Zellen sind nicht selten kollabiert, wodurch die Haare oft absonderlich verbogen und verschnörkelt sich präsentieren. Die unteren Zellen, und besonders die oft sich sockelartig erhebende Basalzelle, sind in der Wandung stärker verdickt. Die kleineren Trichome haben hellgelbe Farbe und eine dünnwandige, fingerförmig endigende, meist auch etwas ver-

breiterte Endzelle, die 2- bis 6mal so lang wird wie eine der sich anschließenden Zellen. Die längeren, öfters 3mal dickeren Haare stehen auf den größeren Strängen oder in deren Nähe, sind von bräunlicher Farbe und besitzen eine Endzelle von gewöhnlicher Länge. An ihrer Basis sind diese langen Trichome meist 15 bis 20, ausnahmsweise auch bis zu 50 μ breit, und die hier nicht unbeträchtliche Wandverdickung nimmt nach der Haarspitze zu allmählich ab. Die Anzahl der Zellen beträgt nicht selten 18 bis 20 Stück, während die kleinen Haare mitunter nur aus 3 Zellen bestehen. Demgemäß können die beobachteten Schwankungen in der Länge von 120 bis 2300 μ nicht überraschen. Ihre zahlenmäßige Verteilung über die Blattunterseite ist gleichartig mit der Maßgabe, daß auf der weichen Lamina vorzugsweise kleinere und mittlere Haare, auf den Nervenbahnen und in deren Nachbarschaft die größeren Formen regelmäßig vorkommen. Gänzlich frei von Haaren ist der Blattrand.

Querschnitt (Blättchen). — Außenwände der Epidermiszellen nur hin und wieder papillenartig etwas vorgewölbt, regelmäßig hingegen an den größeren Rippen; Kutikula glatt überlaufend. Außenwände der oberen Epidermiszellen dicker als die der unteren, an den größeren Strängen und am Blattrande noch besonders verstärkt. Im allgemeinen sind die Oberhautzellen relativ klein und wechseln zwischen isodiametrischer und horizontal gestreckter Form. Schließzellen von fast gleicher Höhe wie die Epidermiszellen, sehr wenig vorgewölbt und in der dem Mesophyll zugekehrten Wandung viel stärker als in der äußeren verdickt. Das Lumen liegt somit in der oberen Hälfte der einzelnen Schließzelle. — Haare mit stark verdickter, aus dem Niveau der Epidermis hervortretender Fußzelle. Zuweilen treten in dieser Weise auch die Haaren benachbarten Epidermiszellen mit hervor.

Die Zellen der einreihigen, an den Strängen unterbrochenen Palisadenschicht sind kurz-stabförmig; ihre Höhe kommt etwa $^1/_6$ der Blattdicke gleich. Infolge regelmäßig auftretender Zwischenräume ergibt sich ein lockerer Bau

ihres Gewebes, das an den Nerven stets eine Unterbrechung erfährt. Auch das Schwammparenchym hat ein lockeres Gefüge, besteht meist aus rundlichen Zellen und durchzieht in regelmäßigen Ketten vertikal den Raum bis zur unteren Epidermis. Auf dem Flächenbild zeigen seine verzweigten Zellen netzartigen Zusammenschluß. — An der Basis des Blättchens liegen in der Mittelrippe 5 kollaterale Gefäßbündel, ebenso in seiner Mitte, wo die beiden flankierenden Bündel nur noch winzigen Umfang haben, während in der Spitze des Blättchens ein größeres oder auch ein größeres und daneben noch ein sehr kleines Bündel auftreten. Ohne Ausnahme sind die Gefäßbündel an ihrer Phloem- und Xylemseite von je einer ansehnlichen Sklerenchymscheide aus farblosen Zellen, die einzelne Intercellularen aufzeigen, begleitet. Am Grunde des Blättchens liegen am Mittelnerven unmittelbar an der oberen Epidermis 1 bis 2 Reihen und in Nachbarschaft der unteren Epidermis 1 Reihe dickwandiger Zellen mit gelblichem Inhalt. In der Mitte des Blättchens ist nur noch die an der Unterseite liegende Schicht dieser Zellen vorhanden. Die Wände dieser Zellen färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure sämtlich schön rot, während die am Hauptnerven liegenden Oberhautzellen sich als unverholzt erweisen. — An den größeren Seitennerven findet sich entsprechend geringerer Faserbelag, teils die Epidermen erreichend, teils auch nicht.

Anwendung: Die Blätter werden stellenweise als Diaphoreticum benutzt.

Charakteristische Merkmale für Epimedium alpinum L.

1. Blattbau dorsiventral. — Randbast.
2. Epidermiszellen beiderseits wellig-buchtig, dickwandig.
3. Stomata vom Ranunculaceentyp nur unterseits, oval, wenig oder garnicht vorgewölbt; Lumen auf dem Querschnitt in der oberen Hälfte der Schließzelle.
4. Palisaden einreihig, an den Strängen unterbrochen, locker aufgestellt, ziemlich kurz. Palisaden: Blattdicke = 1 : 6.

5. Schwammgewebe aus rundlichen Zellen, locker, in vertikalen Ketten. Auf dem Flächenbild netzartiger Zusammenschluß der Zellen.
6. In der Mittelrippe des Blättchens meist 5 kollaterale Gefäßbündel. Hier und an den Seitennerven am Phloem und Xylem Sklerenchymscheiden.
7. Unterseits gelbe bis bräunliche, fingerförmig endigende, einreihige, 3- bis 20zellige, 120 bis 2300 μ lange Haare, in der Nähe der Insertionsstelle starkwandig (besonders die über die Epidermis hervortretende Fußzelle).

Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlußbetrachtungen.

Die im speziellen Teil unserer Arbeit niedergelegten Untersuchungsbefunde führten verschiedentlich zu einer Richtigstellung der Beobachtungen einiger Autoren, teils hat sich daraus eine Bestätigung und Erweiterung der bestehenden Kenntnisse von der Anatomie der Ranuculaceen und Berberidaceen*) ergeben. — Wir möchten an dieser Stelle nochmals hervorheben, daß unsere Beobachtungen, soweit uns dieses möglich war, auf ein vielseitiges Material gegründet sind.

Die Verwendung der Kutikularfaltung für diagnostische Zwecke bei den R. kann nur nach Feststellung ihrer Konstanz an einem umfangreicheren Untersuchungsmaterial empfohlen werden. So fanden wir z. B. die von Kurer an den Polen von Spaltöffnungen beobachtete Kutikularfaltung bei Aconitum napellus und die von Solereder für die Unterepidermis des Blattes von Clematis vitalba angegebenen Kutikularleisten an unserem Material nicht vor. Daher ist einem negativen Befund in diesen beiden Fällen eine größere Bedeutung nicht beizulegen.

Die Angabe von Nestler, daß die Oberepidermis bei Helleborus foetidus frei von knötchenförmigen Verdickungsleisten sei, steht zu unserem Befund im Gegensatz. Solche Leisten konnten, wenn auch nicht in dem Umfange wie auf der Unterepidermis, stets beobachtet werden.

Der Grad der Wellung besonders der oberseitigen Epidermiszellen nimmt bei vielen Species (wie Trollius europaeus, Aconit. napellus, — ferox W., — Cammarum, —

*) Die Namen der beiden Familien sind in der Folge mit R. und B. abgekürzt.

variegatum, Anemone pulsatilla, Ranunculus acris, Adonis aestivalis, Podophyllum) nur nach der Blattbasis zu beträchtlich ab, so daß sich hier ein mehr polygonaler Zellenbau herausbildet. Diese Beobachtung steht in einem gewissen Gegensatz zu dem von Paulmann (Lit. 25, S. 26) aufgestellten Ergebnis. Nach Paulmann nimmt die Größe der Zellen und mit ihr die Wellung der Seitenwände akropetal ab. — Nach unserem Befunde hat dieses Ergebnis für die R. jedenfalls keine Geltung. — Ferner ist der Grad der Wellung der Seitenwände in der großen Überzahl der untersuchten Pflanzen in der Oberepidermis geringer als unterseits (eine Ausnahme bilden Mahonia und Epimedium), wir würden jedoch zu weit gehen, wenn wir uns die Angabe Solereders (Lit. 30, S. 17) zu eigen machen wollten, wonach die Seitenränder der Epidermiszellen auf der Blattoberseite meist nicht gebogen sind. Nach unseren Erfahrungen sind Oberepidermen mit nur wellig-polygonalem Charakter entschieden in der Minderzahl gegenüber den wellig-buchtigen, und geradwandig-polygonale Epidermiszellen (bei Thalictrum flavum, Anemone pratensis, Aconitum japonicum vorkommend) gehören zu den Ausnahmen.

Bei Caltha palustris und Trollius europaeus stellten wir im Gegensatz zu Goffart regelmäßig vorgewölbte, dagegen keine in gleicher Höhe mit der Epidermis liegende Stomata fest.

Bei Helleborus niger konnten wir auf der Unterseite der Hauptnerven Stomata, die ihre Umgebung sehr beträchtlich überragen, entgegen der Beobachtung von Nestler, nicht auffinden.

Auf dem Blatt von Delphinium consolida finden sich beiderseits Spaltöffnungen; die Angabe bei Solereder, daß bei Gattung D. nur unterseits solche vorkommen, trifft also nicht allgemein zu. — Dagegen ist nach Solereder die Gattung Adonis durch beiderseitige Luftspalten ausgezeichnet. A. vernalis macht nach unseren Feststellungen, die sich mit denen Mitlachers und Kramers decken, hiervon jedoch eine Ausnahme. Andererseits

konnten wir der Angabe Kramers, daß ihre Schließzellen tiefer als die übrige Epidermis liegen, nicht beitreten.

Die referierende Angabe Solereders über „Drüsenhaare in den Nervenrinnen der Oberseite" bei Caltha palustris, unter welcher Benennung Solereder bei den R. stets die von uns als keulige Trichome bezeichneten Haargebilde versteht, konnten wir dahin ergänzen, daß einfache und Zwillingstrichome ober- und unterseits spärlich vorkommen, und zwar nicht nur über den Strängen, sondern auch in der übrigen Lamina. Auch die Arbeit Goffarts fand hierdurch eine Ergänzung, da sie eine Bemerkung über das Vorkommen von Haaren auf der Lamina von C. palustris überhaupt vermissen läßt.

Bei Helleborus foetidus treten nach Nestler Haare nur unterseits der Nerven vereinzelt auf. Nach unseren Untersuchungen werden sie unterseits auch in der weichen Lamina nebst Blattrand, sowie oberseits angetroffen. — Bei H. viridis fanden wir in reichlicher Menge gestreckt-keulenförmige, etwa 185 μ lange Haare neben kurz-keulenförmigen, 106 μ langen, welch letztere Nestler als einzige Form registriert.

Auf dem Blatt von Aquilegia vulgaris haben wir das von Goffart als nagelförmig bezeichnete Haar (neben dem cylindrisch-konischen) nicht auffinden können.

Über die Behaarung des Blattes von Aconitum napellus stößt man im Schrifttum auf sich widersprechende Angaben. Nach Kurer und Lemaire ist das Blatt frei von Haaren, Goffart stellte solche unterseits über den Strängen und am Blattrande fest, während Mitlacher außer der von Goffart und von uns vorgefundenen Haarform auch noch eine keulige verzeichnet. Wir haben ober- und unterseits stets nur pfriemenförmige, gleichmäßig konisch zulaufende Haare aufgefunden.

Vogl hat bei Anemone pratensis Deckhaare nur bis zu 500 μ gefunden, eine Länge, die nach unseren Beobachtungen um das 2- bis 5fache (und darüber) übertroffen werden kann. — Die Längenangaben über die von J. U. und C. G. Lloyd bei A. hepatica aufgefundenen

Haare (2,5 bis 6 mm) bedürfen nach unseren Messungen einer erheblichen Reduktion.

Für Ranunculus ficaria gibt Nestler an, daß einfache Trichome und auch Zwillinge vereinzelt auf den Nerven der Blattoberseite vorkommen. Diesen Befund konnten wir an unserem besonders reichhaltigen Material verschiedener Herkunft nicht bestätigen. Nur an der Grenze zwischen Lamina und Blattstiel kommen bei einzelnen Blättern einige Trichome vor; die Blattspreite selbst muß für die Praxis als kahl bezeichnet werden. — Das von Nestler bei R. acris beobachtete Vorkommen von kleinen Oxalatkristallen in den Haaren vermochten wir nicht zu bestätigen.

Bei Thalictrum foetidum trafen wir beide Arten von Trichomen auf beiden Blattseiten an, im Gegensatz zu Goffart, der sie nur für die Unterseite angibt. Die von Solereder auf Grund eigener Beobachtung beschriebenen, in bauchigen Stiel und kugeliges Köpfchen gegliederten Haare konnten in keinem Falle aufgefunden werden.

Kurer hat das Blatt von Adonis vernalis als unbehaart bezeichnet. Diese Angabe ist nach unseren Befunden nicht haltbar.

Pohl bezw. Senft kennen das Blatt von Hydrastis canadensis nur unterseits und am Rande als mit Haaren besetzt. Diese Angabe ist nicht erschöpfend, ihr Vorkommen erstreckt sich auch auf die Blattoberseite. — Wir sind uns wohl bewußt, daß durch äußere Verhältnisse das mehr oder minder reichliche Vorkommen von Haaren bedingt ist.

Auch für die Anatomie des Mesophylls konnte unsere Arbeit einige berichtigende Beiträge liefern.

Dem Befunde Goffarts, wonach bei Paeonia officinalis L. hier und da auch doppelt gegabelte (H) Palisaden eingereiht sind, konnten wir nicht zustimmen.

Der Blattbau von Delphinium consolida ist nach Solereder centrisch. Wir können uns dieser Ansicht nicht anschließen, da nach unseren Untersuchungen die Palisadenschicht auf der gesamten Blattunterseite nicht feststellbar ist.

Für Aconitum napellus stellten wir einfache und gegabelte Palisaden nebeneinander fest. Lemaire und Vogl geben lediglich cylindrische Palisaden an, während andererseits aus den Angaben von Haberlandt (Lit. 10, S. 259) und Solereder (Lit. 30, S. 17) nicht klar hervorgeht, daß auch einfache Palisaden neben Armpalisaden vorkommen. — Vielleicht empfiehlt sich in genannten Fällen eine Berichtigung bezw. Ergänzung des Schrifttums.

Wie Solereder berichtet, fehlen bei Anemone pulsatilla und A. hepatica jegliche Armpalisaden. Dies trifft nach unserem Befund jedoch nicht zu; einseitig und doppelseitig gegabelte Palisaden kann man bei A. pulsatilla besonders in den Randpartien der Blättchen und bei A. hepatica überall und häufig in bizarren Variationen beobachten.

In den Chloroplasten des Palisadengewebes von Berberis vulgaris L. hat Zimmermann nadelförmige bezw. dreieckige Kristalloide angetroffen, eine Angabe, die auch bei Solereder Aufnahme gefunden hat. Wir konnten in den großen, wetzsteinförmigen Chloroplasten derartige Kristallbildungen niemals feststellen.

Im Mesophyll von Anemone pulsatilla L. und A. pratensis L. sollen nach Meyer zerstreute Zellen mit Oxalatsand vorkommen, eine Angabe, die mehrfach in das pharmakognostische Schrifttum, sowie in das Ergänzungsbuch zum deutschen Arzneibuch übernommen worden ist. Es ist uns nicht gelungen, in unserem Material Zellen mit Oxalatsand mikrochemisch nachzuweisen.

Der Ansicht Nestlers, daß das Auftreten von Sklerenchymfasern an den größeren Strängen ausgewachsener Blätter zur Erkennung gewisser Helleborusarten geeignet wäre, müssen wir widersprechen. Bei den 3 von uns geprüften Helleborusspecies zeigten diese Faserbeläge teils starke Veränderlichkeit in den Stellen ihres Vorkommens, teils ließen sie die erforderliche Konstanz vermissen.

Nach der anatomischen Beschreibung von Meyer bezw. Vogl werden die stärkeren Gefäßbündel des Blattes von Anemone pratensis L. von Sklerenchym begleitet. Unsere Untersuchung ergab, daß diese Bemerkung nicht

zu weitgehend aufgefaßt werden darf. Ein sichelförmiger Faserbelag tritt einzig im Stiel der Blättchen und im Blattstiel an den Siebteilen auf. Soweit aber im Blättchen eine deutlich markierte Palisadenschicht vorhanden ist, fehlt ein solcher Belag. Übrigens gelten diese Angaben über die Art des Vorkommens von Sklerenchymscheiden in gleicher Weise auch für das Blatt von A. pulsatilla L., worauf unseres Wissens bisher im Schrifttum noch nicht hingewiesen ist. — Hinsichtlich des Auftretens von Bastfasern im Blatt von A. hepatica L. setzten wir uns mit Vogl in Widerspruch. Letzterer beobachtete in den stärkeren Gefäßbündeln dickwandige Bastfasern, während unsere Untersuchung, an Material in den verschiedensten Wachstumsstadien, in dieser Richtung stets negativ verlief. — Für das Blatt von Adonis vernalis L. gibt Kramer Gefäßbündel mit Sklerenchymfasern an. Wir konnten feststellen, daß Faserbeläge nur in der unteren Partie der Blattsegmente am Siebteil, und zwar auch nicht immer, vorkommen. Diese Sklerenchymscheiden sind also nicht etwa als ein Charakteristikum des ganzen Blattes anzusprechen, wozu die Fassung bei Kramer verleiten könnte.

Insgesamt stellten wir Sklerenchymbelag bei nur 9 der untersuchten R. (3 Helleborus, 1 Coptis, 1 Cimicifuga, 1 Aconitum, 2 Anemone, 1 Adonis) fest, sodaß wir uns der Angabe bei Solereder (Lit. 30, S. 18), wonach in den größeren Nerven meist Bastfasern vorhanden sind, nicht anschließen können.

Ausser diesen Ergänzungen und Berichtigungen der Ergebnisse früherer Forscher hat die vorliegende Arbeit nach folgende Schlußfolgerungen gezeitigt.

Kutikularfaltung auf der Oberseite der von uns untersuchten Helleborusblätter erwies sich als konstant. Dem Vorschlage Nestlers, diese als Gattungsmerkmal für Helleborus anzusprechen, konnte daher beigetreten werden. — Außerdem konnte Kutikularfaltung, da konstant, zur Artcharakteristik benutzt werden in den Gattungen Paeonia, Trollius, Actaea, Adonis und Berberis.

Das Vorkommen von Chlorophyll in den Epidermiszellen, das in der Literatur nur für Caltha palustris, Ranunculus ficaria und Mahonia von den untersuchten Pflanzen angegeben ist, ist innerhalb der untersuchten Familien ziemlich häufig. Zweifelsfrei konnten Chloroplasten festgestellt werden bei Trollius europaeus, Delphinium staphisagria, D. consolida, Aconitum nappellus, A. lycoctonum, A. Fischeri R., A. paniculatum Lam., Anemone pulsatilla, A. pratensis, A. hepatica, Clematis vitalba, Ranunculus acris, Adonis vernalis, Hydrastis canadensis. Bei Gattung Delphinium und Aconitum konnte nebenbei noch die interessante Beobachtung gemacht werden, daß die Chloroplasten sehr häufig in Karyostrophe (Senn) stehen. Es mag dahin gestellt bleiben, ob diese Erscheinung nur für die zygomorphen R., die durch diese zwei Gattungen vertreten werden, in Frage kommt. Auch an dieser Stelle sei bemerkt, daß wir in den Epidermen jedoch in keinem Falle Stärke als Produkt assimilatorischer Funktion nachweisen konnten. — Wahrscheinlich kommt dem Auftreten des Chlorophylls in den Epidermiszellen bei beiden Familien noch eine wesentlich größere Verbreitung zu, da die Beobachtungsmöglichkeit bei Drogenmaterial nicht stets gleichmäßig günstig ist.

Markante, spindelförmige Zellkerne in den Epidermiszellen wurden in der Gattung Paeonia, Caltha und Adonis beobachtet.

Durch ausgerichtete Luftspalten sind ausgezeichnet die Gattungen Caltha, Trollius, Nigella (beiderseits), Coptis, Delphinium, Adonis, sowie Aconitum ferox Wall. und Ranunculus ficaria.

Der einzellige Charakter der Haare ist mit einer einzigen Ausnahme (Thalictrum foetidum) in der ganzen Familie der R. gewahrt, während bei den B. auch einreihigmehrzellige Haare vorkommen. Als Typen können für das R.-Haar 1. das keulige (dünnwandige) und 2. das spitze bezw. spitz zulaufende (dünn- oder dickwandige) Haar aufgestellt werden.

Die Unterbrechungen der Palisadenschicht an den größeren Strängen ist typisch für die R. (Ausnahme Coptis trifoliata).

Im Stranggewebe ist der nach der Unterepidermis zu deutlich abgegrentzte Siebteil charakteristisch. Besonders scharf ist diese Grenze bei Caltha, Trollius, Aquilegia, Aconitum, Anemone, Clematis markiert. In der großen Mehrzahl der Fälle ist bei den R. ein kollenchymatischer Belag am Nerven vorhanden, der häufig vom Gefäßbündel durch eine besondere, großzellige Parenchymscheide (bei Nigella, Coptis, Aconitum napellus, Ranunculus acris und Adonis besonders gut entwickelt) getrennt ist. Rein parenchymatisch ist der Nervenbelag bei Nigella (2) und Dephinium consolida.

Für die hier interessierenden Vertreter der Gattung Nigella wurden eingehende anatomische Beschreibungen gegeben. Als gemeinsame Merkmale wurden neu aufgestellt: gestreckte, grobwarzige Epidermiszellen, Papillen auf der Blattunterseite und ausgerichtete Stomata. Das ampullen- und das schlauchförmige Haar sind, soweit wir festellten, bisher ebenfalls noch nicht beschrieben worden.

Als gute Erkennungszeichen für Coptis trifoliata Salisbury und Anemone hepatica können die konvexen Ausbuchtungen oberhalb der größeren Bündel dienen, sowie die Erscheinung, daß die Palisaden bei C. trifoliata hier überhaupt nicht, bei A. hepatica nur an den drei Primärnerven unterbrochen sind. Für C. trifoliata wurden zur Stützung der Diagnose außerdem neu angegeben: die knötchenförmigen Verdickungen der Oberepidermis, die Einheitlichkeit der Zellform auf der Unterepidermis (einschl. Nervenbahnen) und die geringe Größe der Stomata.

Die spärlichen anatomischen Angaben über das Blatt von Cimicifuga racemosa Nutt. konnten vervollständigt werden durch Beschreibung der eigenartig gestalteten Unterepidermis, durch Feststellung von allgemeiner Kutikularfaltung und Wärzchen auf beiden Epidermen, von charakteristischer Kutikularfaltung an den Spaltöffnungen, von ziemlich dickwandigen, warzig kutinisierten Haaren, von Armpalisaden und von beiderseitigen, starken Sklerenchymscheiden nebst Parenchym an den Gefäßbündeln.

Über das Auftreten von Wärzchen auf beiden Blattepidermen von Aquilegia vulgaris L., von denen die untere eigentümlich geformte Zellen mit knötchenförmigen Verdickungen aufweist, ist wohl ebenfalls noch nicht berichtet worden.

Von den untersuchten 8 Akonitarten ist in der Literatur für das Vorkommen von Armpalisaden bisher nur Aconitum napellus namentlich aufgeführt. Wir konnten feststellen, daß auch bei A. lycoctonum, — uncinatum, — Fischeri R., — paniculatum Lam., — Cammarum L. und — variegatum L. Armpalisaden vorkommen, bei A. ferox W. dagegen einzig nur stabförmige Palisaden. Interessant ist an letzterer Species, daß sie innerhalb der Gattung noch durch das Auftreten von beiderseits mit Sklerenchym belegten Gefäßbündeln, durch die einheitliche Orientierung der Stomata und durch die Glattwandigkeit der Haare abweicht. — Goffart kommt in den Schlußworten seiner Arbeit u. a. auch auf die Möglichkeit zu sprechen, auf Grund anatomischer Merkmale der Blätter die Akonitarten zu unterscheiden, und sagt dazu:

„L' anatomie aidera, dans la plupart des genres, à classer les espèces; elle pourra même parfois suffire à elle seule pour déterminer le plus grand nombre d'entre elles (Anemone, Delphinium, Helleborus). Dans d'autres genres (Thalictrum, Aquilegia, Paeonia et peut-être Aconitum) l'anatomie ne parviendra probablement pas à débrouiller le chaos dans lequel les ont laissées nos devanciers les systématiciens."

Wie unsere tiefgehenden Untersuchungen bei den Vertretern der Gattung Aconitum gezeigt haben, ist es dem Anatomen möglich, auch die Aconitspecies untereinander zu unterscheiden. Wir nehmen einzig zur Unterscheidungsmöglichkeit bei den Aconitblättern hier Stellung, da wir glauben, eine genügend große Anzahl von verschiedenen Vertretern dieser Gattung untersucht zu haben, um ein Urteil abgeben zu können. Die Gattungen Thalictrum, Aquilegia und Paeonia bieten hierfür keine ge-

nügend große Anzahl solcher Arten, die zugleich arzneiliches Interesse beanspruchen.

Bei Gattung Anemone wurden bei allen drei untersuchten Arten Armpalisaden (Y- und H-Form) neben einfachen Palisaden aufgefunden, und zur Differenzierung der Arten wurden u. a. die Verholzung und Fundstellen der Haare, sowie das Vorkommen von Porenkanälen in deren Basalteilen nutzbar gemacht,

Bei Ranunculus acris konnten Größenunterschiede zwischen den ober- und unterseitigen Haaren und das Auftreten von Porenkanälen im Bulbus beobachtet werden. Diese Haare, sowie die von Clematis vitalba geben positive Reaktionen mit Phloroglucin-Salzsäure.

Im Blatt von Adonis vernalis und A. aestivalis wurden die Art der Armpalisaden (Y- und H-Form), die Lokalisation der Haare auf die untere Blatthälfte festgestellt und eine Reihe von Variationen des keuligen Haares beschrieben. Ein größerer diagnostischer Wert kommt in dieser Gattung der Behaarung nicht zu, sobald es sich um zerkleinertes Material handelt. Als Unterscheidungsmerkmale der untersuchten beiden Species wurden Kutikularfaltung, die in Richtung der Palisaden orientierten Stomata des Blattrandes, gefäßähnliche Zellen an den Bündeln in der Blattspitze, langgestreckte Epidermiszellen mit gemeinschaftlicher, gerader Scheidewand aufgefunden. Dem für die beiden Arten von Mitlacher angegebenen Unterscheidungsmerkmal (Verteilung der Stomata) sind somit einige neue hinzugefügt. Das Auftreten von Sklerenchym im Blatt von A. vernalis ist nicht konstant, nur der positive Befund verleiht daher diesem Merkmal einigen differentialdiagnostischen Wert.

Bei Hydrastis canadensis konnten wir auf Konnex des Assimilationsgewebes über den Strängen und auf das Vorkommen von verholzten, Porenkanäle führenden Haaren auf beiden Epidermen hinweisen.

Die Beschreibung des Baues der beiden Podophyllumblätter und deren Differenzierung stellen ebenfalls neue anatomische Beiträge dar.

Bei Berberis vulgaris L. dürfte die genauere Beschreibung der Epidermiszellen, der Stomata und des Mesophylls willkommen sein.

Mahonia aquifolium Nutt. zeigt Verholzung der Schließzellen und der unter den größeren Nerven gelegenen Epidermiszellen. Diese Verholzungen physiologisch zu erklären, liegt nicht auf dem Gebiete unserer Arbeit.

Bei Epimedium alpinum L. sind die ungleichmäßig verdickten Schließzellen (Querschnitt), die Struktur des Schwammgewebes, die Anzahl der Gefäßbündel im Mittelnerven und die Verteilung der dort liegenden Festigungsgewebe unseres Wissens bisher noch nicht beschrieben worden.

Er erscheint angezeigt noch auf eine Prüfung der Ergebnisse dieser Arbeit einzutreten, inwieweit auf Grund der Blattanatomie die bekanntlich sehr nahe Verwandtschaft der R. und B. bestätigt wird, welche spezifischen Familien-, Gattungs- und Artmerkmale herausgestellt werden können, und ob diese in biologischer, phylogenetischer oder systematischer Hinsicht Deutungen oder Schlüsse zulassen.

Ranunculaceae. Als gemeinsame Familienmerkmale des anatomischen Baues der Blätter der R. können gelten:

1. Blattbau dorsiventral.
2. Kutikula glatt überlaufend und meist dünn.
3. Epidermiszellen wellig-polygonal bis wellig buchtig, häufig chlorophyllhaltig.
4. Stomata rundlich bis oval und ohne Nebenzellen (R.-Typ), von 3 bis 7 Epidermiszellen umgeben, unterseits oder beiderseits, ausgerichtet oder richtungslos.
5. Einzellige, keulige oder zugespitzte Haare (auch nebeneinander) sind fast stets vorhanden.
6. In der Regel einreihiges Gewebe von einfachen oder gegabelten Palisaden (auch nebeneinander), an den größeren Strängen unterbrochen.

7. Schwammgewebe auf dem Querschnitt überwiegend horizontal gestreckt, auf dem Flächenbild netzartiger Zusammenschluß seiner verzweigten Zellen.
8. Kollaterale Gefäßbündel mit gut abgegrenztem Siebteil, zumeist in einem Kollenchym, dessen subepidermale Reihen durch besonders stark verdickte Wände hervortreten, nur selten in dünnwandigem Mesophyll eingebettet. Begleitende Sklerenchymscheiden nicht häufig. — Im Kollenchym und Holzparenchym oft grün gefärbtes Plasma.
9. Behälter für Milchsaft und andere Sekrete sind nicht vorhanden. Oxalate kommen — mit Ausnahme der Gruppe der Paeonieen (Drusen) — nicht vor.

Die Gattung Paeonia ist durch Oxalatdrusen im Mesophyll und 2- bis mehrarmige Palisaden charakterisiert. — Die Gattungen Caltha und Trollius gleichen sich in der Ausbildung gegabelter (Y) Palisaden und eines Schwimmgewebes. Caltha trägt indessen beiderseits, Trollius nur unterseits Stomata und keulige Haare. — Die Helleborusarten zeigen durchgehends oberseits konstante Kutikularfaltung, nicht ausgerichtete Stomata nur auf der Unterseite, cylindrische Palisaden und auf beiden Epidermen Trichome. — Die im System weit voneinander entfernten Gattungen Nigella und Adonis haben langgestreckte, wellig-buchtige Epidermiszellen und ausgerichtete Stomata. Die Zellen der Unterepidermis tragen bei Adonis zapfenförmige Verdickungen, bei Nigella dagegen nicht. — Das im besonderen bei Nigella sativa beobachtete, ampullenförmige Haar ist offenbar formverwandt mit den bei Gattung Delphinium (außer den konischen) auftretenden, bauchigen Haaren. Bemerkenswert ist, daß diese auffallenden Haare in den im System sich einschiebenden 3 Gattungen (Coptis, Actaea, Aquilegia) nicht festellbar sind. — Die Gattungen Coptis, Actaea, Aquilegia, Delphinum und Aconitum haben ähnliche, konisch zugespitzte, mehr oder weniger dickwandige Haare. Aquilegia ist aber speziell durch cylindrische, in 2 Reihen stehende Palisaden, Coptis durch Sklerenchym-

scheiden, einreihige Schicht cylindrischer Palisaden, sehr kleine Stomata und oberseitige Behaarung, Actaea (Cimicifuga) durch Sklerenchymbelag, cylindrische und gegabelte Palisaden und beiderseitige Behaarung, Delphinium durch das Fehlen eines Sklerenchymbelages, durch ausgerichtete Stomata und beiderseitige Behaarung, Aconitum (außer A. ferox W.) durch das Fehlen jeder Sklerenchymscheide, durch cylindrische und gegabelte Palisaden und nicht ausgerichtete Stomata gekennzeichnet. Aus dem Rahmen der Gattung Aconitum fällt nur A. ferox W. heraus durch doppelseitigen Faserbelag an den größeren Strängen, durch das Fehlen von Armpalisaden, durch ausgerichtete Stomata und durch seine stets nur glattwandigen Haare.

Die Gattungen Anemone und teilweise Ranunculus (R. acris) zeigen allseitig verdickte, glatte, scharf zugespitzte, am Rande retortenartig gebogene Haare. Zur Differentialdiagnose kommen bei Anemone die auf beiden Blattseiten verteilten Stomata und die gegabelten neben einfachen Palisaden, bei Ranunculus die nur unterseits vorhandenen Stomata und die stets einfachen Palisaden in Betracht. — Diesen Haaren sind verwandt die einseitig verdickten, oft absonderlich inserierten Haare der Gattung Clematis. Ebenso einzigartig, wie in organographischer Hinsicht das Blatt, steht in der Familie der Haartyp von Clematis da.

Überschaut man rückblickend die anatomischen Merkmale der Blätter der R., so kann in biologischer Hinsicht wohl gesagt werden, daß vielfach Schattenpflanzen, die feuchte Standorte bevorzugen, vorliegen. Zur Stützung dieser Ansicht können dienen die im allgemeinen dünne Kutikula und die zartwandige Epidermis, das an Intercellularen reiche Mesophyll mit dem auf eine Reihe reduzierten, oft nur $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Blattdicke ausmachenden Palisadengewebe, die Neigung zur Ausbildung sehr weitlückiger Gewebe (Caltha, Trollius, Ficaria). Das Auftreten von Wasserspalten und vorgewölbten Luftspalten, die verhältnismäßig schwache Behaarung und das Auftreten von Metaplasien in Epidermiszellen und Gefäßbündeln nebst

Kollenchymbelag. In diesem Schattenblatt-Charakter liegt auch der wellig-buchtige Verlauf der Seitenwände der Oberhautzellen begründet. Zur größeren mechanischen Festigung der Seitenwände ist bei den Epidermen derartig dünner Blätter die gegenseitige Verzinkung ineinander eine notwendige Schutzeinrichtung.

Es ist bekannt, daß bei den R. parallelnervige Blätter, die sich äußerlich schwer von einem Monokotylenblatt unterscheiden lassen, vorkommen. Auch bei den von uns untersuchten R.-blättern sind phylogenetische Beziehungen zu den Monokotylen bei Musterung der anatomischen Befunde nicht zu übersehen. In dieser Hinsicht sind die bei den Monokotylen wiederkehrenden Armpalisaden, die gleichmäßige Orientierung der Luftspalten in Richtung der Längsachse des Blattes, sowie die Ausbildung großzelliger Parenchymscheiden an den Blattnerven zu nennen.

Trotz aller dieser Besonderheiten einzelner Gruppen und Gattungen wird man den R. einen bestimmten Familiencharakter, wie er in den obigen 9 Punkten stabilisiert worden ist, nicht absprechen können. Dieses Ergebnis verdient in Anbetracht der in der Einleitung näher umschriebenen Polymorphie der Blätter besonders hervorgehoben zu werden. — Am weitesten entfernt sich von dem allgemeinen Charakterbild Thalictrum. Wir haben aus dieser Gattung zwar nur 2 Vertreter näher kennen gelernt, konnten aber durch Vergleich der anatomischen Befunde mit denen Goffarts, der 7 Species untersuchte, feststellen, daß gewisse Abweichungen immer wiederkehren. Dazu gehören die in der Grundform polygonalen Zellen beider Epidermen, trommelschlägelförmige Haare, sehr kleine, nicht vorgewölbte Stomata, 2- bis 3reihiges, stets über die Hälfte der Blattdicke einnehmendes Palisadengewebe und ein, von der Fläche gesehen, aus rundlichen, unverzweigten Zellen bestehendes Schwammparenchym. — Das Vorkommen von eingesenkten Luftspalten, mehrzelligen, auf Sockeln inserierten Haaren und einer unterseitigen Palisadenschicht ist dagegen auch in dieser Gattung nur vereinzelt zu verzeichnen.

Berberidaceae. Die B. zeigen ebenso wie R. in der großen Mehrzahl auf beiden Blattseiten welligen Charakter der Epidermiszellen, Stomata ohne Nebenzellen und keine inneren oder äußeren Drüsen. Die sklerenchymatische Versteifung der Epidermis des Blattrandes, die bei den R. nicht vorkommt, ist als charakteristisches Merkmal allein der Unterfamilie der Berberidoideae zu verzeichnen. In dieser Unterfamilie treten auch regelmäßig gut entwickelte Faserbeläge an den größeren Strängen auf, dagegen fehlen solche gänzlich bei Hydrastis und Podophyllum (2).

Als durchgreifendes, positives Merkmal für die ganze Familie der B. könnte vielleicht das Auftreten mehrerer, von einander getrennter Gefäßbündel in der Mittelrippe des Blattes gelten. Alle übrigen anatomischen Bilder kehren mehr oder weniger häufig bei den R. im Princip wieder.

Die Gattungen Epimedium, Berberis und Mahonia weisen Randbast und an den Strängen Faserbelag auf. Untereinander sind sie leicht zu differenzieren: Epimedium durch die mehrzelligen Haare, Berberis durch fast polygonale Zellen der Oberepidermis, durch ovale, unverholzte Stomata und das Fehlen jeder Behaarung, Mahonia durch wellig-buchtige Zellen der Oberepidermis, durch rundliche, verholzte Stomata und das Fehlen von Trichomen. — Die Gattung Hydrastis trägt ihre Merkmale im Mesophyll, das eine Differenzierung zwischen Palisaden und Schwammgewebe nicht zeigt, und in den einzelligen, spießförmigen, gelben und verholzten Haaren beider Epidermen. — Die Gattung Podophyllum ist durch Oxalatdrusen im Mesophyll und einfache Palisaden charakterisiert. Durch letztere unterschieden von Paeonia (siehe oben).

In der Frage der Stellung der Gattungen Hydrastis und Podophyllum innerhalb des Systems sind wir zu dem Ergebnis gekommen, daß auf Grund der Blattanatomie keine Veranlassung vorliegt, ihnen bei den R. einen Platz anzuweisen. Das anatomische Bild in der Mittelrippe des Blattes trägt den Charakter der B., und das nur aus Schwammgewebe bestehende und an den Strängen nicht unterbrochene Mesophyll bei Hydrastis und das mehrreihige

Palisadengewebe bei Podophyllum, das in der Familie der R. immer nur eine Ausnahmeerscheinung darstellt (Aquilegia, Thalictrum), bei den B. dagegen bereits bei den Gattungen Berberis und Mahonia wiederkehrt, spricht gegen eine Überführung zu den R. — Hydrastis wird zur Zeit auf Grund anderer Merkmale u. a. von Engler-Prantl, Karsten, Warming, Pohl und Schumann als R. angesehen; die Übernahme von Podophyllum zu den R. wird von Schumann befürwortet und begründet (vergl. Einleitung). Die endgültige Entscheidung, in welche Familie die letztgenannten Pflanzen einzustellen sind, müssen wir dem Systematiker überlassen.

Bestimmungsschlüssel.

Zufolge der erwiesenen, nahen Verwandtschaft der R. und B. haben wir kein Bedenken getragen, die von uns untersuchten Vertreter beider Familien in einem gemeinsamen Bestimmungsschlüssel aufzunehmen. Zur Differenzierung der Arten sind bei Aufstellung dieses Schlüssels außer den in der Familiencharakteristik der R. (S. 144) als variabel angegebenen Kennzeichen (Epidermiszellen, Stomata, Haare, Palisaden, Festigungsbelag an den Gefäßbündeln) noch herangezogen Kutikularfaltung, Sonderverdickungen und allgemeine Längsstreckung der Epidermiszellen, Verholzung der Haare oder der Schließzellen, Oxalatdrusen und Randbast.

I. Oxalatdrusen im Mesophyll. Seite

1. Nur 2- bis mehrarmige Palisaden. Einzellige, fingerförmig endigende Haare vorhanden bezw. fehlend.

A. *Mit Haaren. Unterepidermis ohne Verdickungsleisten.*

a. Haare beiderseits:

Paeonia officinalis L. 8

b. Haare nur unterseits:

Paeonia peregrina L. 12

B. *Ohne Haare, nur Papillen. Unterepidermis mit Verdickungsleisten:*

Paeonia corallina Retz. 14

2. Nur einfache Palisaden. Einzellige, spitz oder fingerförmig endigende Haare nur unterseits.

A. *Palisaden 1- bis 3reihig:*

Podophyllum peltatum L. 118

Seite

B. *Palisaden 1reihig:*

Podophyllum Emodi Wall. 120

II. Keine Oxalatdrusen im Mesophyll.

1. Mit 1zelligen Haaren. — Ohne Randbast.

A. *Epidermiszellen stets langgestreckt, wellig-buchtig. Stomata immer ausgerichtet. Haare nur dünnwandig.*

a. Einfache und Y-Palisaden. Epidermis ohne zapfenförmige Verdickungen. Ampullenförmige Haare beiderseits, oberseits auch schlauchförmige. Stomata beiderseits:

Nigella sativa L. 32

b. Einfache, Y- und H-Palisaden. Unterepidermis mit zapfenförmigen Verdikkungen. Keulige und schlauchförmige Haare. Stomata nicht immer beiderseits.

α. Stomata beiderseits:

Adonis aestivalis L. 108

Gefäßähnliche Zellen seitlich an den Bündeln in der Blattspitze. Oberseits hier und da buchtige Epidermiszellen mit gerader, gemeinschaftlicher Wand.

β. Stomata nur unterseits:

Adonis vernalis L. 104

Beiderseits allgemeine Kutikularfaltung.

B. *Epidermiszellen meist isodiametrisch, welligpolygonal bis buchtig. Stomata nicht stets ausgerichtet. Haare dünn- und dickwandig.*

a. Nur keulige Haare.

α. Nur Y-Palisaden, 1 reihig. Epidermiszellen ohne Sonderverdickungen. Stomata ausgerichtet, beiderseits oder unterseits.

αα. Stomata und Haare beiderseits:

Caltha palustris L. 16

Große spindelförmige Zellkerne in der Unterepidermis.

Seite

ββ. Stomata und Haare nur unterseits:
Trollius europaeus L. 19
Schwammgewebe auf Querschnitts- und Flächenbild netzartig verbunden.

β. Nur einfache Palisaden, 1- oder mehrreihig. Epidermiszellen mit oder ohne Sonderverdickungen. Stomata nicht ausgerichtet, nur unterseits.

αα. Palisaden nur oberseits, 1 reihig. Haare beiderseits. Stomata oval bezw. rund, niemals eingesenkt. Zellen des Schwammgewebes auf dem Querschnitt horizontal gestreckt.

1) Haare gedrungen- und gestreckt-keulenförmig, bis zu 185 μ lang, unter den dickeren Strängen in größeren Epidermiszellhügeln inseriert. Stomata oval:
Helleborus viridis L. 28
Stomata fast stets von 4 Epidermiszellen umgeben.

2) Haare nur gedrungen-keulenförmig, bis zu 110 μ lang, nicht in größeren Zellhügeln inseriert. Stomata oval bezw. rund.

a) Epidermiszellen oberseits wellig-buchtig und spitz-buchtig, Verdickungsleisten knötchenförmig; unterseits spitz-buchtig, Verdickungsleisten knötchen- bis zapfenförmig. Stomata oval und vorgewölbt:
Helleborus foetidus L. 23

b) Epidermiszellen beiderseits wellig-polygonal, ohne Verdickungsleisten. Stomata rund,

Seite

nicht vorgewölbt:

Helleborus niger L. 27

Unter den größeren Strängen zu Papillen ausgezogene Epidermiszellen.

ββ. Palisaden beiderseits, oben mehrreihig. Haare nur unterseits, trommelschlägelförmig. Stomata rundlich, eingesenkt, sehr klein. Zellen des Schwammgewebes auf dem Querschnitt nicht gestreckt:

Thalictrum flavum L. 98

b. Keulige neben spitzen, dickwandigen Haaren, letztere stets beiderseits.

α. Stomata beiderseits. Einfache (vorwiegend) und Y- und H-Palisaden, 100 und mehr μ lang. Keulige Haare gleichfalls beiderseits. Beide Epidermen mit knötchenförmigen Verdickungen.

αα. Spitze Haare verholzt, mit Porenkanälen im Basalteil. Spitzen der Blättchen mit einem Schopf von 1 bis 6 Haaren:

Anemone pulsatilla L. 76

ββ. Spitze Haare nicht verholzt, ohne Porenkanäle. Spitzen der Blättchen mit einem Schopf von 12 bis 20 Haaren:

Anemone pratensis L. 81

β. Stomata nur unterseits. Einfache oder mehrarmige Palisaden, bis zu 50 μ lang. Spitze Haare stets verholzt, keulige Haare beiderseits bezw. nur oberseits. Epidermen nicht immer mit knötchenförmigen Verdickungen.

αα. 2- bis 6armige, etwa 20 μ lange Palisaden. Spitze Haare einseitig

Seite

stärker verdickt, Basalteil ohne Porenkanäle. Keulige Haare beiderseits. Epidermen ohne Sonderverdickungen: Clematis vitalba L. 88

ββ. Einfache, 40 bis 50 μ lange Palisaden. Spitze Haare allseitig verdickt, Basalteil oft mit Porenkanälen. Keulige Haare nur oberseits. Unterepidermis mit knötchenförmigen Verdickungen: Ranunculus acris L. 94

c. Nur spitze bezw. spitz zulaufende, nicht keulige Haare.

α. Haare glatt, mehr oder weniger dickwandig, spitz, verholzt.

αα. Haare nur unterseits, dickwandig ohne Porenkanäle. Ovale Stomata beiderseits. Epidermiszellen dickwandig, in den Gipfeln der Bögen verdickt, oberseits mit Kutikularfaltung. Cylindrische, Y- und H-Palisaden, an den 3 Primärnerven unterbrochen:

Anemone hepatica L. 83

ββ. Haare beiderseits, mäßig dickwandig, oberseits kräftiger entwickelt und mit Porenkanälen im Basalteil. Epidermiszellen dünnwandig, unterseits mit zapfenförmigen Verdickungen; keine Kutikularfaltung. Im Mesophyll 7 bis 8 Reihen horizontal gestrecktes Schwammgewebe, an den Nerven nirgends unterbrochen:

Hydrastis canadensis L. 114

β. Haare glattwandig, teils gleichmäßig konisch und zugespitzt, teils fingerförmig endigend und dann unten meist bauchig erweitert und dicht über der

Seite

Insertionsstelle wieder etwas verjüngt, nicht verholzt:

Delphinium staphisagria L. 49

γ. Haare mehr oder weniger dickwandig, häufig warzig kutinisiert, gleichmäßig konisch zugespitzt, nicht verholzt.

αα. Haare und Stomata stets beiderseits. Palisaden 1reihig, einfach:

Delphinium consolida L. 51

ββ. Haare und Stomata nur unterseits. Palisaden 2reihig, einfach:

Aquilegia vulgaris L. 46

γγ. Haare entweder beiderseits oder nur oberseits, Stomata nur unterseits. Palisaden 1reihig, nicht immer einfach.

1) Gefäßbündel beiderseits mit Sklerenchymscheide. Palisaden einfach oder einfache und gegabelte nebeneinander.

a) Haare nur oberseits. Stomata klein (i. M. 21 : 24 μ). Gewebeausbuchtungen oberhalb der größeren Stränge viel umfangreicher als unterhalb. Palisaden einfach, nicht unterbrochen, stets nur 21 bis 28 μ hoch:

Coptis trifoliata Salisb. 38

b) Haare beiderseits. Stomata größer als bei a). Gewebeausbuchtungen nur unterhalb der größeren Stränge, ansehnlich. Palisaden an den Strängen unterbrochen und länger als bei a).

Seite

α) Einfache und Y-Palisaden, etwa 40 μ hoch = 1/7 bis 1/6 der Blattdicke. Stomata nicht ausgerichtet. Mittelnerv eingebettet in Parenchym, nur an der Unterepidermis 1reihiges Kollenchym:

Cimicifuga racemosa Nutt. 42

β) Nur einfache Palisaden, etwa 75 μ hoch = 1/4 der Blattdicke. Stomata ausgerichtet. Mittelnerv eingebettet in stark entwickeltes Kollenchym:

Aconitum ferox Wallich. 67

2) Gefäßbündel ohne Sklerenchymscheiden. Einfache und gegabelte Palisaden nebeneinander.

a) Haare nur oberseits.

α) Haare feinwarzig, 185 bis 370 μ lang. Stomata rundlich. Palisaden 60 bis 100 μ lang: Aconitum Cammarum L. 69

β) Haare grobwarzig, 135 bis 265 μ lang. Stomata oval, sehr dickwandig. Palisaden etwa 50 μ lang:

Aconitum variegatum L. 71

b) Haare beiderseits.

α) Grundform der Unterepidermis stets polygonal. Haarlänge meist 150 μ (110 bis 180 μ). In der Mitte der Längswände der Palisaden Harmonikafalten. Kollenchym am Hauptnerven ohne Intercellularen:

Aconitum uncinatum L. 63

β) Grundform der Unterepidermis nicht durchweg polygonal. Haarlänge über 180 μ und stärker wechselnd. Längswände der Palisaden gerade. Kollenchymbelag am Hauptnerven mit Intercellularen.

† Unterepidermis teilweise mit perlschnurartigen, oft knotenförmig erweiterten Verdickungen, auf dem

Seite

Querschnitt sackartige Ausfaltungen (mit gezähnelter Kutikula) bildend. Stomata zuweilen paarweise nebeneinander liegend:

Aconitum napellus L. 55

†† Unterepidermis ohne besondere Verdickungen und ohne Ausfaltungen. Stomata stets einzeln.

* Haare bis über 1 mm lang, gekrümmt oder gerade. Stomata rundlich, zuweilen breit-oval (35 : 34 μ). Epidermiszellen am Hauptnerven mit ihrem größeren Durchmesser vertikal orientiert:

Aconitum lycoctonum L. 59

Über der Unterepidermis an den größeren Nerven ein auffallend dickwandiges, 1 reihiges Kollenchym.

** Stomata oval. Haare kürzer als 400 μ, gekrümmt. Epidermiszellen oberhalb des Hauptnerven isodiametrisch, unterhalb horizontral gestreckt.

⁰ Oberepidermis wellig-polygonal, an der Blatbasis fast polygonal, Palisaden etwa 90 μ lang. Über der Unterepidermis am Hauptnerven ein 4reihiges, starkwandiges Kollenchym:

Aconitum Fischeri Rchb. 65

⁰⁰ Oberepidermis stets welligbuchtig. Palisaden etwa 70 μ lang. Über der Unterepidermis am Hauptnerven ein großzelliges Kollenchym, von dem nur die unterste Reihe, und zwar nur in den an die

Seite

Epidermis grenzenden Wänden, sehr stark verdickt ist: Aconitum paniculatum Lam. 61

2. **Mit 1 reihigen, 3- bis 20 zelligen Haaren. — Mit Randbast:**

Epimedium alpinum L. 129

3. **Ohne Haare. — Mit oder ohne Randbast.**

A. *Epidermiszellen dünnwandig. Stomata beiderseits und ausgerichtet. Palisaden 1reihig. Ohne Randbast und ohne Faserbelag an den Strängen.*

a. Epidermiszellen langgestreckt, welligbuchtig, grobwarzig. Einfache und gegabelte Palisaden:

Nigella damascena L. 36

b. Epidermiszellen isodiametrisch, welligbuchtig, nicht grobwarzig. Nur einfache Palisaden: Ranunculus ficaria L. 92

B. *Epidermiszellen dickwandig, relativ klein. Stomata nur unterseits, nicht ausgerichtet. Palisaden 2reihig. Mit Randbast und mit Faserbelag an den Strängen.*

a. Epidermiszellen auf den Außenwänden kurz gestrichelt, stets unverholzt. — Stomata oval, in der Größe wechselnd, nicht verholzt: Berberis vulgaris L. 123

b. Epidermiszellen außen ungestrichelt, unter den größeren Strängen verholzt. — Stomata rundlich, gleichmäßig groß, verholzt:

Mahonia aquifolium Nutt. 126

Literaturverzeichnis.

1. Busse, A. Vergleichende Untersuchungen der Blumen-, Kelch- und Laubblätter der Ranunculaceen. Diss. Kiel 1914.
2. Darwin, C. R., Hooker, J. D., Jackson, B. D., Index Kewensis an enumeration of the genera and species of flowering plants, Oxford 1895.
3. Dragendorff, G., Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten, Stuttgart 1898.
4. Engler-Gilg, Syllabus der Pflanzenfamilien, Berlin 1912.
5. Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1894, III. T. 2. Abt., S. 43—48.
6. Ergänzungsbuch zum Deutschen Arzneibuch, Berlin 1916.
7. Flückiger, F. A. Pharmakognosie des Pflanzenreiches, Berlin 1891.
8. Gilg-Brandt, Lehrbuch der Pharmakognosie, Jena 1920.
9. Goffart, Jules, Récherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées. — Arch. de l'Institut botanique de l'Université de Liège, III, 1901.
10. Haberlandt, Gottlieb, Physiologische Pflanzenanatomie, Leipzig 1918.
11. — Vergl. Anat. des assimilator. Gewebesystems der Pflanzen, in Pringsheim Jahrb., Bd. XIII, 1882.
12. Hallier, Ernst, Flora von Deutschland, Gera-Untermhaus 1882, Band 11.
13. Hessmer, M. Anatomische Untersuchungen an Sonnen- und Schattenblättern immergrüner Pflanzen. Diss. Halle 1914.
14. Karsten-Benecke, Lehrbuch der Pharmakognosie, Jena 1920.
15. Köhler, Medizinalpflanzen, Gera.
16. Kramer, H., Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 1907, S. 310.
17. Kurer, G. A., Kutikularfalten und Protuberanzen an Haaren und Epidermen und ihre Verwendung zur Differentialdiagnose offizineller Blätter. — Diss. Bern 1917.
18. Lemaire, A., De la détermination histologique des feuilles médicinales, Paris 1882.
19. Lloyd, J. U. and C. G., Drugs and medecines of North-America, Cincinnati 1885.
20. Makoshi, K., Über das Aconitin der japanischen Aconitknollen, Archiv der Pharmacie 1909.
21. Meyer, Adolf, Anatomische Charakteristik offizineller Blätter und Kräuter, Halle 1882.

22. Mitlacher, W., Toxikologisch oder forensisch wichtige Pflanzen und vegetabilische Drogen, Berlin-Wien 1904.
23. Nestler, A., Der anatomische Bau der Laubblätter der Helleboreen. Halle 1893. Kaiserl. Leopold.-Carol. deutsche Akad. der Naturforscher, Nova acta Band LXI, Nr. 1.
24. — Der anatomische Bau der Laubblätter der Gattung Ranunculus, Verhandlungen der Akad. der Naturforscher zu Halle 1895. Band 63.
25. Paulmann, R., Über die Anatomie des Laubblattes. Diss. Jena 1914.
26. Pohl, Hydrastis canadensis, Bibl. bot., Heft 29. 1894.
27. Schumann, K., Die Morphologie einiger Drogen, Archiv der Pharmazie 1897, 592 u. flg.
28. Senft, E., Die kanadische Gelbwurzel. Hydrastis canadensis L. Pharmazeutische Post 1917.
29. Senn, G., Weitere Untersuchungen über Gestalts- und Lagenveränderung der Chromatophoren, Zeitschrift für Botanik, Jena 1919.
30. Solereder, H., System. Anatomie der Dikotyledonen, Stuttgart 1899.
31. — System. Anatomie der Dikotyledonen, Ergänzungsband, Stuttgart 1908.
32. Spanjer, O., Untersuchungen über die Wasserapparate der Gefäßpflanzen. Bot. Zeitung 1898, I.
33. Strasburger-Koernicke, Botanisches Praktikum, Jena 1923.
34. Tschirch, A., Handbuch der Pharmakognosie, Leipzig 1925.
35. Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913.
36. Vogl, A. E., Pharmakognosie, Wien 1892.
37. — Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie. Wien und Leipzig 1887.
38. Voss, Über Unterschiede im anatomischen Bau der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite der Laubblätter einiger Dikotyledonen, Beih. botan. Centralblatt. 1. XXXIII. 1916.
39. Wander, G., Über das „Hesperidin" einiger Pflanzen, Diss. Zürich 1925.
40. Warming-Möbius, Systematische Botanik, Berlin 1911.
41. Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe, Jena 1911.
42. v. Wettstein, Richard, R., Handbuch der systematischen Botanik, Leipzig und Wien 1901.
43. Wigand, A., Lehrbuch der Pharmakognosie, Berlin 1879.
44. Wittstein, G. C., Handwörterbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs, Breslau 1882.
45. Zimmermann, Pflanzenzelle, 2. Heft 1891.
46. Zörnig, H., Arzneidrogen Band I und II, Leipzig 1911.

Lebenslauf.

Am 18. Februar 1879 wurde ich, Ferdinand Gerhard Maue, in Halle a. d. Saale geboren als Sohn meiner Eltern Ferdinand Maue und Maria Maue, geb. Weber (beide verstorben). Meine Schulbildung erhielt ich auf der Bürgerschule und Latina (Gymnasium) zu Halle a. d. Saale. Ostern 1896 verließ ich das Gymnasium, um mich dem Apothekerberuf zu widmen. Nach abgelegter pharmazeutischer Vorprüfung und praktischer Ausbildung in der Apotheke bezog ich mit Beginn des Sommersemesters 1902 die Universität Leipzig, wo ich Ende 1903 die pharmazeutische Staatsprüfung bestand. In der Absicht, die Laufbahn als Militärapotheker einzuschlagen, bereitete ich mich weiterhin auf die hierfür vorgeschriebene Hauptprüfung als Nahrungsmittel-Chemiker vor in Leipzig bis Sommersemester 1904 und an der Universität Münster im Sommersemester 1905 und in den Wintersemestern 1905/06 und 1907/08. Zwischendurch, vom März 1906 bis November 1907, stand ich als Oberapotheker bei der Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Reichsdienst. Am 30. Juni 1908 bestand ich in Münster die Hauptprüfung als Nahrungsmittel-Chemiker. Vom 1. Oktober 1908 bis 30. Juni 1909 war ich als Assistent am Nahrungsmittel-Untersuchungsamt für die Provinz Westpreußen (Danzig) und vom 1. Juli 1909 bis 31. Januar 1924 als Hilfsarbeiter und als Stabsapotheker bezw. Regierungsapotheker bei der Reichsmarine angestellt. Sommersemester 1925 wurde ich an der Universität Basel immatrikuliert und begann unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Zörnig vorliegende Arbeit.

Ich besuchte die Vorlesungen und Übungen folgender Professoren und Dozenten. — In Leipzig: Beckmann, Böhm, Brahn, Credner, Des Coudres, Hantzsch, Hasse, Hennig, Hofmann, v. Oettingen, Wilh. Ostwald. Pfeffer, Rassow, Schwarz, Stobbe, Wiener, Windscheid, Joh. Wislicenus, Woltereck; in Münster: Bömer, Kassner, J. König, Rosemann, Zopf; in Basel: Casparis, Senn, Speiser, Zörnig.

Allen meinen akademischen Lehrern spreche ich hierdurch meinen besten Dank aus.